



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Alimentación y Osteopatía: El papel de la alimentación en el funcionamiento del sistema fascial. Revisión Sistemática.

Sonia Nathalia Mora Mora

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina,
Bogotá, Colombia
2022

Alimentación y Osteopatía: El papel de la alimentación en el funcionamiento del sistema fascial. Revisión Sistemática.

Sonia Nathalia Mora Mora

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Medicina Alternativa con énfasis en Osteopatía y Quiropraxis

Director (a):

Profesora Olga Patricia Cobos de Rangel

Codirector (a):

Doctora Milena Margarita Romero

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina,

Bogotá, Colombia

2022

A mis padres.

*"All parts in the whole body
obey the one eternal law of life and motion."
Dr. Andrew Taylor Still*

*"La salvación del hombre consiste en el amor y
pasa por el amor"
Viktor Frankle*

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Nombre: Sonia Nathalia Mora Mora

Fecha 08/02/2022

Agradecimientos

Agradezco a Dios por el hermoso regalo del don de ser sanadora y brindarme la fortaleza de aprender el arte de la medicina y desarrollar este trabajo de grado, a mis padres y mi hermano por su constante apoyo y amor en este proceso, a Sebastián, mi novio, por su compañía, su paciencia, su apoyo infinito y su amor incondicional, a Valentina, mi prima, por sus múltiples explicaciones sobre nutrición; a mi directora, la profesora Olga, por su guía en el desarrollo de este trabajo, por sus enseñanzas de nutrición, su paciencia y pasión al hacerlo, a los docentes Osteópatas que me brindaron con amor la guía para el aprendizaje de este maravilloso arte, en especial a la Doctora Milena, mi subdirectora, por su amor y pasión a la osteopatía y a la enseñanza; le doy un especial agradecimiento a la Doctora Zulma Urrego por su asesoría y disposición académica en la metodología en la que se desarrolló esta investigación; y a Draco, mi bebé peludo, que me acompañó en toda la maestría e inclusive desde el cielo, donde ahora vive con los ángeles que me guardan siempre, mis abuelos.

Resumen

Alimentación y Osteopatía: El papel de la alimentación en el funcionamiento del sistema fascial. Revisión Sistemática

Este trabajo de grado es una revisión sistemática que busca establecer la relación entre la medicina osteopática y la alimentación, para que, partiendo de ella, se puedan brindar unas recomendaciones nutricionales al paciente en búsqueda de optimizar su fisiología y los resultados de la medicina osteopática. En esta se establece la importancia del sistema gastrointestinal, el sistema inmune asociado al intestino (GALT), la migración de células inmunitarias desde GALT al cuerpo (efecto Homing), la fisiopatología de la inflamación aguda y crónica, las funciones del sistema fascial, la medicina osteopática y los efectos benéficos de la ciencia de los alimentos funcionales en la fisiología corporal. Se concluye de este trabajo que una adecuada alimentación potencia la autocuración y perpetúa los resultados de la medicina osteopática en el organismo del paciente.

Palabras clave: alimentación, medicina osteopática, fascia, nutrición, sistema inmune

Abstract

**Diet and Osteopathy: The role of diet in the functioning of fascial system.
Systematic Review.**

This degree work is a scoping review that pursues to establish the relationship between osteopathic medicine and food; nutritional recommendations can be provided to the patient to improve their physiology and the osteopathic medicine results. It determines the importance of the gastrointestinal system, the gut-associated immune system (GALT), the immune cells migration from GALT to the body, the pathophysiology of acute and chronic inflammation, the functions of the fascial system, osteopathic medicine, and the beneficial effects of functional food science on body physiology. It is concluded from this work that an adequate diet enhances self-healing and perpetuates the results of osteopathic medicine in the patient's body.

Keywords: food, osteopathic medicine, fascia, nutrition, immune system.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
1. Metodología	3
2. Historia de la alimentación en la humanidad	9
2.1 Alimentación ancestral	9
2.2 Edad Antigua.....	11
2.3 Edad Media	18
2.4 Alimentación prehispánica.....	20
2.5 Globalización y alimentación contemporánea.....	22
3. Los Nutrientes	25
3.1 Macronutrientes	27
3.2 Micronutrientes.....	56
4. La Fisiología	67
4.1 Fisiología de la nutrición.....	67
4.2 ¿Qué es la fascia?	91
4.3 Inflamación, GALT y efecto homing.....	95
5. La ciencia de los alimentos funcionales.....	103
6. ¿Qué es la osteopatía?	117
7. Recomendaciones nutricionales para el paciente osteopático	127
A. Anexo: Gráfica PRISMA	137
B. Anexo: Matriz de resultados de búsqueda	138
C. Anexo: Compilado de documentos seleccionados	155
Bibliografía	164

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1: Fases de la metodología de la revisión sistemática exploratoria	3
Figura 2: Técnicas vitivinícolas del Antiguo Egipto	12
Figura 3: Ofrendas de alimentos en la tumba del escriba Menna (1400 a.C.)	13
Figura 4: Plato de figuras rojas, c. 350-325 a. C. Museo del Louvre.	15
Figura 5: Fresco Casa de Panadero, Pompeya.....	16
Figura 6: Bodegón con cesto de fruta y vasijas (Pompeya, c. 70 a. C.).....	17
Figura 7: Tenedor del imperio Bizantino.....	20
Figura 8: Intercambio alimentario. Códice Florentino	21
Figura 9: Clasificación de los nutrientes en la dieta	25
Figura 10: Alimentos con hidratos de carbono según su complejidad	27
Figura 11: Fase preparatoria de la glucólisis	29
Figura 12: Fase de obtención de energía de la glucólisis	30
Figura 13: Fermentación láctica	31
Figura 14: Vía de las pentosas fosfato	31
Figura 15: Gluconeogénesis.....	32
Figura 16: Metabolismo del glucógeno	33
Figura 17: Vía de los aminoazúcares	34
Figura 18: Resumen del intercambio de aminoácidos entre órganos justo después de la alimentación.....	36
Figura 19: Destino de las cadenas carbonadas de los aminoácidos	37
Figura 20: Ciclo de la urea	38
Figura 21: Biosíntesis de las pirimidinas.....	41
Figura 22: Biosíntesis de las purinas.....	42
Figura 23: Clasificación de los lípidos	43
Figura 24: Fuentes alimentarias de lípidos.....	44
Figura 25: Panorama del metabolismo lipídico.....	45
Figura 26: Síntesis de ácidos grasos y triglicéridos	47
Figura 27: Metabolismo de los triglicéridos en el tejido adiposo	48
Figura 28: La β -oxidación de ácidos grasos	50
Figura 29: Cetogénesis	51
Figura 30: Síntesis de ácidos grasos de cadena larga	52
Figura 31: Ciclo de Krebs	56
Figura 32: Metabolismo óseo	63
Figura 33: Etapas de la fisiología de la nutrición	67

Figura 34: Mecanismo de deglución	70
Figura 35: Anatomía fisiológica del estómago	72
Figura 36: Secreción hepática y pancreática	76
Figura 37: Organización funcional de las vellosidades intestinales.....	83
Figura 38: Transporte especializado para nutrientes hidrosolubles.....	84
Figura 39: Absorción de nutrientes en las porciones del tubo digestivo.....	87
Figura 40: Funciones de la microbiota intestinal	89
Figura 41: Etapas de la inflamación.....	96
Figura 42: Composición de los alimentos	103
Figura 43: Tipos de marcadores relevantes para la evaluación de los efectos de los alimentos funcionales según FUFOSSE.	108
Figura 44: Dinámicas del microbioma en la enfermedad de intestino irritable.....	110
Figura 45: Alcachofa.....	115
Figura 46: Andrew Taylor Still.....	118
Figura 47: Actividad coordinada de las cinco funciones corporales básica ante los estresores ambientales internos y externos.....	120
Figura 48: William Garner Sutherland. D.O	124
Figura 49: Secuencia lesional digestiva en ptosis viscerales.	125
Figura 50: Áreas de dolor asociadas al síndrome de intestino irritable	128

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Palabras clave	4
Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión	4
Tabla 3: Estrategia de búsqueda	5
Tabla 4: Resultados incluidos después del tamizaje	6
Tabla 5: Principales combustibles metabólicos usados por los tejidos corporales	26
Tabla 6: Clasificación de la fibra según sus características	28
Tabla 7: Aminoácidos esenciales, semiesenciales y no esenciales en la dieta	35
Tabla 8: Metabolismo de los aminoácidos esenciales, no esenciales y semiesenciales	39
Tabla 9: Hormonas esteroides	53
Tabla 10: Funciones y fuentes de las vitaminas	57
Tabla 11: Metabolismo de las vitaminas	58
Tabla 12: Clasificación de los minerales según su función	60
Tabla 13: Composición iónica de los volúmenes líquidos del organismo (mmol/l)	61
Tabla 14: Otros oligoelementos y su metabolismo	65
Tabla 15: Absorción y transporte de las vitaminas	85
Tabla 16: Compuestos bioactivos de origen vegetal	104
Tabla 17: Otros compuestos bioactivos de origen animal y vegetal	106
Tabla 18: Microorganismos usados como probióticos	112
Tabla 19: Enfoque de atención osteopático al paciente bajo los cinco modelos	121

Introducción

La osteopatía como sistema médico complejo (1,2) tiene como fin llevar al cuerpo, por medio de movimientos corporales, a la armonía modificando la estructura, para mejorar su fisiología, obedeciendo a sus cuatro principios: la unidad del cuerpo, la ley de la arteria es absoluta, la autocuración y la estructura gobierna la función (3,4). En este orden de ideas, el cuerpo en óptimas condiciones puede llegar a la autocuración con la intervención del médico osteópata.

Entonces: ¿qué necesita ese organismo para que cada célula, órgano y sistema estén en óptimas condiciones que permitan llevarse a la autocuración?

El proceso de nutrición es el encargado de proveer de energía a estas células que conforman los órganos y a su vez los sistemas (5), por lo tanto, si hay una mal nutrición por una alimentación inadecuada, el organismo se inflamará crónicamente, su movimiento fisiológico disminuirá y no llegará a la autocuración.

La alimentación es la puerta de entrada a las patologías, ya que la ingesta de alimentos, que pueden desencadenar respuestas proinflamatorias, llega a alterar la mucosa intestinal generando enfermedades inflamatorias intestinales crónicas, como el síndrome de intestino irritable, enfermedad de Crohn (6). Esta inflamación persiste volviéndose crónica, haciéndola permeable a todo el sistema: por la disposición del tejido linfoide asociado al intestino (GALT) que genera una respuesta a distancia por el efecto Homing, migración de células inmunitarias desde el tejido linfoide asociado a mucosas (MALT) a otras mucosas (7,8). Por lo anterior todas las mucosas a distancia se inflamarán, generando una cascada que se extenderá por toda la matriz extracelular, células, serosas, fascia, sinoviales, cartílagos y articulaciones; desencadenando entonces una inflamación crónica seguida de fibrosis en los tejidos afectados.

Esta capacidad autoreparativa solo podrá ejecutarse, además de hábitos saludables de vida como la actividad física, a través de cambios nutricionales que permitan la recuperación de la armonía molecular, celular, de la fascia y la matriz extracelular, órganos

y sistemas para que las manipulaciones terapéuticas osteopáticas sean completamente efectivas y cumplan la autocuración de mano de los otros principios que rigen la osteopatía.

El objetivo principal de este trabajo es revisar algunos conceptos alrededor del proceso de la alimentación y la medicina osteopática con el fin de proponer algunas recomendaciones nutricionales que apoyen al médico osteópata en su labor, y le permitan al paciente mejorar sus hábitos alimentarios y su calidad de vida. Se busca plantear estas recomendaciones desde el punto de vista de la ciencia de los alimentos funcionales, cuyo objetivo es obtener un efecto benéfico en la salud más allá de ejercer su papel nutricional (9), teniendo en cuenta la fisiopatología de las restricciones mecánicas asociadas a una mal nutrición.

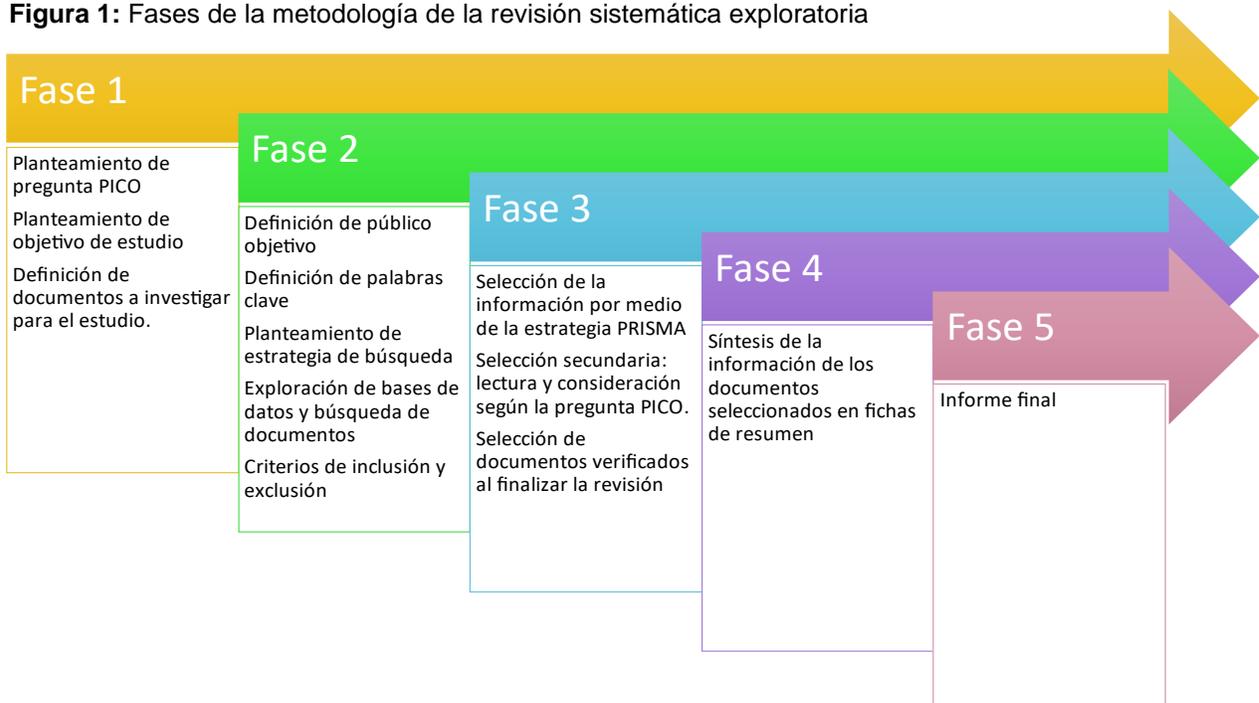
1. Metodología

Tipo de estudio: Revisión Sistemática Exploratoria (10,11)

Para el desarrollo de esta revisión sistemática, se formuló la siguiente **pregunta de investigación**: ¿qué recomendaciones nutricionales se pueden plantear para optimizar los resultados de la medicina osteopática en pacientes adultos con lesiones biomecánicas?

La metodología de este trabajo se realizó en cinco fases, las cuales están descritas en la **figura 1**. En la primera fase, definida la pregunta de investigación, se planteó la búsqueda de la bibliografía teniendo en cuenta el público objetivo que son profesionales de la salud, especialmente médicos osteópatas y médicos generales. Se utilizaron de distintos tipos de fuentes de información: Literatura gris, literatura publicada en bases de datos científicas y

Figura 1: Fases de la metodología de la revisión sistemática exploratoria



4 Alimentación y Osteopatía: El papel de la alimentación en el funcionamiento del sistema fascial. Revisión Sistemática.

Tabla 1: Palabras clave

PALABRAS CLAVE	DeCS	MeSH
Alimentos funcionales	Alimentos funcionales	Functional food
Medicina osteopática	Medicina osteopática	Osteopathic medicine
Inflamación	Inflamación	Inflammation
Tejido linfoide asociado a intestino	Ganglios linfáticos agregados	Peyer's Patches
Fascia	Fascia	Fascia
Microbiota intestinal	Microbioma gastrointestinal	Gastrointestinal microbiome
Compuestos bioactivos	Fitoquímicos	Phytochemical
Sistema inmune	Sistema inmunológico	Immune System
Alimentación	Dieta	Diet food and nutrition
Fisiología gastrointestinal	Fenómenos fisiológicos del sistema digestivo	Digestive systema physiological phenomena
Metabolismo nutricional	Fenómenos fisiológicos de la nutrición	Nutritional Physiological Phenomena
Carbohidratos	Carbohidratos	Carbohydrates
Proteínas	Aminoácidos, peptidos y proteínas	Amino acids, peptides and proteins
Lípidos	Grasas de la dieta	Dietary fats
Vitaminas	Vitaminas	Vitamins
Minerales	Minerales	Minerals
Antigua Grecia	Antigua Grecia	Greece, Ancient
Antiguo Egipto	Antiguo Egipto	Egypt, Ancient
Imperio bizantino	Bizancio	Byzantium
Historia	Historia	History
Antigua Roma	Mundo Romano	Roman World
Revolución Industrial	-	-
Era paleolítica	-	-
Prehispanico	-	-
Intercambio colombino	-	-
Revolución Verde	-	-
Migración linfocitaria	-	-

repositorios institucionales de tesis tipo artículo, capítulos de libros, libros académicos, monografías, resoluciones gubernamentales de Colombia.

Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de Exclusión
Idiomas: Inglés, español y portugués	Idiomas diferentes a los de los criterios de inclusión
Literatura indexada	Artículos que no estén relacionados a los criterios de búsqueda
Artículos publicados desde el 2000 hasta Abril de 2021	Artículos publicados antes del año 2000
Estudios dirigidos a la especie humana	Estudios realizados en modelos animales, e in vitro
Tipos de documentos: libros, capítulos de libros, ensayos clínicos, ensayos aleatorizados controlados, metanálisis, revisiones narrativas, revisiones sistemáticas, leyes y resoluciones gubernamentales colombianas.	Artículos publicados después del 30 de abril de 2021
Estudios realizados en todo el mundo	Otro tipo de documento distinto al descrito en criterios de inclusión.
Estudios realizados en la especie humana	

Durante el desarrollo de la segunda fase, según la estrategia PRISMA (12), se realiza el primer paso de esta: *la identificación*, donde se exploraron distintas bases de datos como:

Tabla 3: Estrategia de búsqueda

Estrategia de búsqueda	NÚMERO DE RESULTADOS			
	PubMed	Scopus	LILACS	Total
Osteopathic Medicine AND Diet, food and nutrition	437	3	2	442
Fascia AND diet, food and nutrition	33	2	5	40
Osteopathic Medicine AND Functional Food	13	4	0	17
Osteopathic Medicine AND Inflammation	291	62	23	376
Diet, food and nutrition AND Peyer's patches	101	23	15	139
Osteopathic Medicine AND Inflammation AND Fascia	5	7	2	14
Functional food AND gastrointestinal microbiome	272	267	9	548
Fascia AND Immune System	30	66	2	98
Osteopathic Medicine AND Gastrointestinal microbiome	9	0	0	9
(Functional food OR phytochemical) AND osteopathic medicine	18	4	0	22
Nutritional physiological phenomena AND osteopathic medicine	47	0	0	47
Nutritional physiological phenomena AND fascia	4	1	1	6
(Nutritional physiological phenomena AND carbohydrates) AND osteopathic medicine	56	45	0	101
(Nutritional physiological phenomena AND amino acids peptides and proteins) AND osteopathic medicine	18	0	0	18
(Nutritional physiological phenomena AND dietary fats) AND osteopathic medicine	15	2	0	17
(Nutritional physiological phenomena AND Vitamins) AND osteopathic medicine	3	0	0	3
(Nutritional physiological phenomena AND Minerals) AND osteopathic medicine	2	0	0	2
Digestive system physiological phenomena AND Peyer's patches	7	1	0	8
Digestive system physiological phenomena AND Osteopathic medicine	7	0	0	7
Digestive system physiological phenomena AND Fascia	7	1	2	10
Lymphocitic migration AND Peyer's Patches	23	17	0	40
Byzantium AND Diet food and nutrition	14	4	0	18
Paleolithic era AND Diet, food and nutrition	7	2	3	12
Ancient Greece AND Diet food and nutrition	8	11	9	28
Ancient Egypt AND Diet food and nutrition	7	5	6	18
Ancient Rome AND Diet food and nutrition	4	2	2	8
Prehispanic AND Diet, food and nutrition	3	1	3	7
Greener revolution AND Diet, food and nutrition	1	29	0	30
Industrial revolution AND Diet food and nutrition	59	23	12	94
Columbian exchange AND Diet, food and nutrition	5	0	0	5
			TOTAL	2184

6 Alimentación y Osteopatía: El papel de la alimentación en el funcionamiento del sistema fascial. Revisión Sistemática.

PubMed, Scopus y Lilacs debido a la calidad de información que se encuentra en estas, además de su gran utilidad en los temas de investigación.

Tabla 4: Resultados incluidos después del tamizaje

Estrategia de búsqueda	NÚMERO DE RESULTADOS				
	Resultados	PubMed	Scopus	LILACS	Total
Osteopathic Medicine AND Diet, food and nutrition	Obtenidos	437	3	2	442
	Incluidos	2	1	1	4
Fascia AND diet, food and nutrition	Obtenidos	33	2	5	40
	Incluidos	0	0	0	0
Osteopathic Medicine AND Functional Food	Obtenidos	13	4	0	17
	Incluidos	0	1	0	1
Osteopathic Medicine AND Inflammation	Obtenidos	291	62	23	376
	Incluidos	3	5	0	8
Diet, food and nutrition AND Peyer's patches	Obtenidos	101	23	15	139
	Incluidos	6	3	1	10
Osteopathic Medicine AND Inflammation AND Fascia	Obtenidos	5	7	2	14
	Incluidos	0	0	0	0
Functional food AND gastrointestinal microbiome	Obtenidos	272	267	9	548
	Incluidos	9	4	1	14
Fascia AND Immune System	Obtenidos	30	66	2	98
	Incluidos	3	1	0	4
Osteopathic Medicine AND Gastrointestinal microbiome	Obtenidos	9	0	0	9
	Incluidos	0	0	0	0
(Functional food OR phytochemical) AND osteopathic medicine	Obtenidos	18	4	0	22
	Incluidos	0	1	0	1
Nutritional physiological phenomena AND osteopathic medicine	Obtenidos	47	0	0	47
	Incluidos	0	0	0	0
Nutritional physiological phenomena AND fascia	Obtenidos	4	1	1	6
	Incluidos	0	0	0	0
(Nutritional physiological phenomena AND carbohydrates) AND osteopathic medicine	Obtenidos	14	0	0	14
	Incluidos	0	0	0	0
(Nutritional physiological phenomena AND amino acids peptides and proteins) AND osteopathic medicine	Obtenidos	18	0	0	18
	Incluidos	0	0	0	0
(Nutritional physiological phenomena AND dietary fats) AND osteopathic medicine	Obtenidos	15	2	0	17
	Incluidos	0	1	0	1
(Nutritional physiological phenomena AND Vitamins) AND osteopathic medicine	Obtenidos	3	0	0	3
	Incluidos	1	0	0	1
(Nutritional physiological phenomena AND Minerals) AND osteopathic medicine	Obtenidos	2	0	0	2
	Incluidos	0	0	0	0
Digestive system physiological phenomena AND Peyer's patches	Obtenidos	7	1	0	8
	Incluidos	0	1	0	1
Digestive system physiological phenomena AND Osteopathic medicine	Obtenidos	7	0	0	7
	Incluidos	1	0	0	1
Digestive system physiological phenomena AND Fascia	Obtenidos	7	1	2	10
	Incluidos	0	0	0	0
Lymphocytic migration AND Peyer's Patches	Obtenidos	23	17	0	40
	Incluidos	4	1	0	5
Byzantium AND Diet food and nutrition	Obtenidos	0	0	0	0
	Incluidos	0	0	0	0
Paleolithic era AND Diet, food and nutrition	Obtenidos	7	2	3	12
	Incluidos	1	1	0	2
Ancient Greece AND Diet food and nutrition	Obtenidos	8	11	9	28
	Incluidos	0	2	1	3
Ancient Egypt AND Diet food and nutrition	Obtenidos	7	5	6	18
	Incluidos	0	1	1	2
Ancient Rome AND Diet food and nutrition	Obtenidos	4	2	2	8
	Incluidos	0	0	0	0
Prehispanic AND Diet, food and nutrition	Obtenidos	3	1	3	7
	Incluidos	0	0	0	0
Greener revolution AND Diet, food and nutrition	Obtenidos	1	29	0	30
	Incluidos	0	1	0	1
Industrial revolution AND Diet food and nutrition	Obtenidos	59	23	12	94
	Incluidos	1	1	0	2
Columbian exchange AND Diet, food and nutrition	Obtenidos	0	0	0	0
	Incluidos	0	0	0	0
	TOTAL INCLUIDOS				58

También se definieron las palabras clave utilizadas para realizar la búsqueda se describen en la **tabla 1**. Se utilizaron para la estrategia de búsqueda términos MeSH, DeCS y aquellos que no tenían descriptor. Definidas estas, en adición a la pregunta PICO ya planteada, se determinó la estrategia de búsqueda en las bases de datos previamente definidas para tener un primer resultado global y desde allí empezar a obtener la información que se va a compilar para la investigación. En la **tabla 3** se exponen los resultados de la búsqueda siguiendo la estrategia planeada

Teniendo en cuenta la estrategia de búsqueda, se realizó a continuación la búsqueda filtrando según los criterios de inclusión y exclusión planteados en la **tabla 2**.

Con los resultados obtenidos, se ejecutó la selección de información mediante la estrategia PRISMA (**Anexo A**) (12), se realiza el primer paso: *el tamizaje*, donde se filtraron los resultados según los criterios de inclusión/exclusión, los documentos duplicados en cada una de las bases de datos y los eliminados tras la lectura del título según la búsqueda, dejando los artículos incluidos para la fase de idoneidad e inclusión. En la **tabla 4** se muestran los resultados posteriores a la revisión de títulos y criterios de inclusión y exclusión.

Posterior a este primer tamizaje, para tener un material más robusto de investigación, se incluyó a los resultados de la búsqueda documentos sugeridos por expertos, bibliografía identificada por recomendación experta y bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada, para la cual se utilizó la herramienta Google Scholar y Google Books, repositorios universitarios y de asociaciones médicas y la búsqueda de libros académicos en catálogos de bibliotecas.

Finalizado el tamizaje, se procedió al desarrollo de la tercera fase, según la estrategia PRISMA, se realizó la fase de *idoneidad* donde se leyeron los artículos escogidos en el *tamizaje* para hacer una decantación más profunda y escoger los documentos que serán incluidos en la fase de *inclusión* para la síntesis cualitativa de los documentos y el desarrollo del informe final del proyecto planteado.

En la cuarta fase, según la estrategia PRISMA, finalizada la etapa de *inclusión* donde se escogieron los documentos que se utilizaron para el desarrollo del informe final, se realiza la matriz de resultados, expuesta en el **Anexo B**.

En la quinta fase de la metodología de este trabajo de grado, teniendo en cuenta el compilado de documentos seleccionados (**Anexo C**), se escribió el informe final de la investigación en coherencia con el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo. Este se desarrolla a continuación.

2. Historia de la alimentación en la humanidad

A través de la evolución humana, se ha visto que la alimentación cambia con esta, adaptándose a las necesidades nutricionales del momento histórico en el que se desenvuelve. La alimentación humana es un proceso cultural y biológico, siendo el resultado de la relación entre las necesidades y conductas biológicas de la humanidad, además de construir una correlación con la medicina alrededor, desde el principio de su historia como especie. A continuación, se expone un breve recuento de la alimentación durante los periodos más importantes del hombre. (13,14)

2.1 Alimentación ancestral

Desde el principio de la humanidad, la alimentación ha jugado un papel importante en su evolución. Los seres humanos somos primates homínidos, situados en la orden de primates y superfamilia hominoidea, donde se incluye nuestra especie, los homínidos. Los primates tenemos nuestro origen en los bosques tropicales húmedos y subtropicales, al inicio nuestra alimentación se basaba en frutas frescas y secas, flores, hojas, semillas y también se incluyen huevos, insectos y caza ocasional. (13,15,16)

Las adaptaciones como primates se presentaron a dos niveles: el primero de ellos es que nuestro alimento debía ser recolectado o cazado lo que hizo que presentáramos una adaptación sensitiva como el olfato, del sistema locomotor, un pulgar oponible que nos permitía la manipulación de los objetos y herramientas. En segundo lugar, la comida recolectada o cazada debe ser masticada para poder ser ingerida. El tiempo de alimentación, de masticación, de ingesta y de formación del bolo alimentario depende de las necesidades metabólicas del organismo. (16) Se ha observado que, a lo largo de la evolución de los homínidos, la superficie de los molares cambia, tomando su importancia en el procesamiento en la alimentación y la nutrición. (13,17,18) El *Australopithecus*, fue

el primer homínido que pasó a mantenerse erguido, empezó con la caza de animales, implementando el uso de herramientas. En semejanza a los *Australopithecus*, en África Oriental y Meridional, se encuentran los parántropos, homínidos que pesaban y tenían una altura similar a los australopitecos, eran expertos en masticar grandes cantidades de fibra vegetal, poseían poderosos músculos masticadores insertados a una prominente cresta ósea en la parte superior del cráneo. (13,18,19)

Los cambios climáticos modificaron drásticamente el hábitat africano de estos homínidos, obligándolos a recorrer praderas, conviviendo con los depredadores y posteriormente a crear herramientas para su defensa contra estos. Esta adaptación permitió que la especie se expandiera con mayor velocidad, dejando más de 20 géneros y especies de homínidos diferentes, a mayor biodiversidad mayores oportunidades de evolución, garantías de cambio y éxito. (13,16,18)

El *Homo habilis* es el primero de la especie que usa herramientas, presenta dientes más pequeños y un cerebro más grande que el australopiteco. Este se caracteriza por el uso de herramientas de pequeñas piedras con bordes cortantes, se usan ya para obtener proteína animal mediante el carroñeo que juega un importante papel en el desarrollo cerebral y gastrointestinal. El desarrollo del *Homo* se debe a tres procesos fundamentales: la alimentación de proteína animal, aumento de la cohesión social y la fabricación y uso de herramientas. (13,18) El *Homo erectus*, que habitó hace aproximadamente un millón de años, fue el nómada por excelencia, explorador y emigrante masivo, este nuevo control del territorio permitió cambios a nivel social, reflejado en el desarrollo de herramientas, y cambios biológicos y morfológicos que van de la mano de estos. Se han encontrado fósiles con una serie de marcas craneales y poscraneales para fracturas y marcas de corte que se relacionan con canibalismo. (13,18,20)

Hace 400.000 años, se tienen los primeros registros de uso de fuego por parte de la especie *Homo rhodensis*, un elemento de primer orden en la evolución humana, pues que además de presentar calor, seguridad y luz, proporciona fortalecimiento en las relaciones humanas alrededor de esto. La importancia del fuego en la alimentación se ve reflejada en la cocción de las carnes, ya que estas se pueden aprovechar mucho mejor, se vuelven de fácil digestión, aumentando la capacidad de los aminoácidos ingeridos que permitieron el desarrollo cerebral de la especie. Se cuenta con las principales adquisiciones humanas, además del fuego, durante este periodo: el vestido, el lenguaje articulado, el

comportamiento simbólico y el ritual de sepultura de los muertos. El origen de nuestra especie, *Homo sapiens*, se encuentra en África, produciéndose hace unos 150.000 años derivándose de la especie *Homo rhodensis*. Entre los 100.000 y 80.000 años se empieza un proceso de dispersión geográfica que llevará a ocupar todos los continentes. Durante esta etapa se han presentado de manera exponencial transformaciones culturales y sociales, además de transformaciones morfológicas que se adaptan a los nuevos estilos de vida. El *Homo sapiens* incrementó la caza e implementó la domesticación de animales. A lo largo de su adaptación, durante el paleolítico superior. (13,21)

2.2 Edad Antigua

Antiguo Egipto

En el periodo neolítico, hace 10000 años se inició la agricultura en el Río Tigris y el Nilo, en el Antiguo Egipto y Mesopotamia, existe el registro de las primeras culturas que inician esta práctica, asimismo, para evitar la indigestión causada por lo cereales los cocían y los molían con piedras haciendo sus propias harinas. Además, existe registro que se presentaron problemas de salud relacionados con el asentamiento de la comunidad alrededor de los cultivos, como parasitosis, enfermedades carenciales, problemas relacionados con el agua, entre otros. Posteriormente, vinculado a la agricultura, se inició la domesticación de los animales, y la ganadería de su mano, además de una relación simbiótica entre los humanos y los animales domesticados. (18,22)

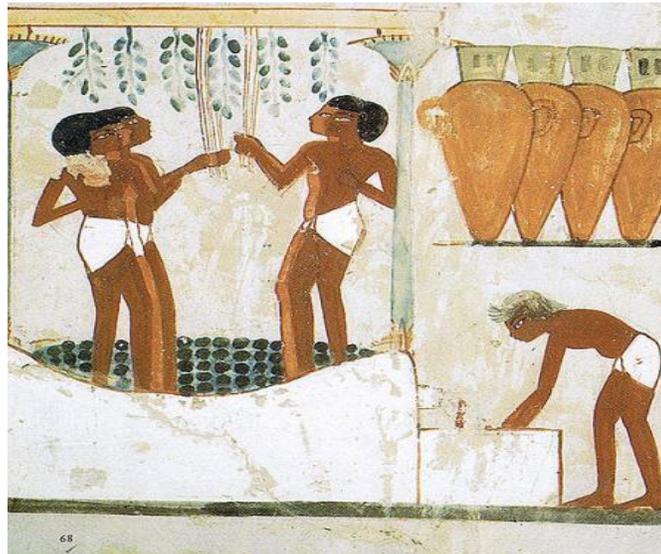
Gracias a la domesticación de los animales, se introdujo un nuevo alimento a la dieta del hombre: la leche. A partir de ella, a través de procesos de fermentación pudieron aprovecharla haciendo quesos, mantequilla o bebidas que permitieran su digestión. Estas comunidades también aprendieron a fermentar otros productos, como la uva (**figura 2**), la cebada y el maíz mejorando la disponibilidad del alimento. Por medio de este proceso, pudieron aprovechar estos alimentos como bebidas, ya que en muchos lugares existía la escasez de agua. En este momento histórico, los alimentos dejan de ser un elemento de supervivencia, para convertirse en un factor relacionado con la religión, por medio de sacrificios a sus deidades para el mantenimiento de las cosechas y la abundancia de estas. (13,18)

La existencia de poblaciones de recolectores y cazadores y nómadas en el valle del Nilo hace 18.000 años, dieron paso lentamente al asentamiento de la población en esta zona y

posteriormente el origen de la cultura egipcia. La cultura faraónica evolucionó lentamente, a lo largo de tres milenios, hubo una gran estabilidad política, garantizada por la sucesión de las distintas dinastías y por la figura del faraón, permitiendo el desarrollo de una cultura propia. A lo largo de este tiempo, la alimentación fue un reflejo de esta cultura, caracterizada por ser conservadora, estable y de una evolución lenta, marcada por una introducción paulatina de nuevos alimentos, tecnologías y productos de importación. (13)

El desierto oriental, que además de brindar abundantes recursos mineros, permitía el pastoreo a lo largo de toda la época faraónica. Nubia, en el alto valle del Nilo, permitió un eje comercial que permitía la llegada de productos muy apreciados por los egipcios, entre los que se destacaban las especias. Las zonas costeras de Palestina y Siria tuvieron una relación intensa con Egipto desde la época predinástica, entre sus intercambios comerciales figuraron productos alimenticios, especialmente vino y aceite. (13)

Figura 2: Técnicas vitivinícolas del Antiguo Egipto



Tomado de <https://lagallofa.wordpress.com/2014/07/06/los-alimentos-en-el-antiguo-egipto/>

En la diversidad de alimentos que obtuvieron los egipcios en su propio territorio a partir de la agricultura, la ganadería, a la caza y la pesca, tenemos dentro de estos los cereales y sus derivados que fueron la base de la agricultura puesto que proporcionaban dos productos fundamentales para alimentar a toda la población: el pan y la cerveza, fabricados a partir de la cebada. En las carnes se observaba gran variedad con pescado como el mújol, carne de oveja, cabra, cerdo, aves domésticas y salvajes, carne de vaca, reservada para grandes ocasiones.(13)

Se han documentado una gran variedad de frutas y verduras que fue incrementando a lo largo de los siglos. La mayoría de la población solo tenía acceso a frutas y verduras más comunes como: el ajo, la cebolla, los garbanzos, las habas, los guisantes y las lentejas que se complementaban en la dieta con hierbas y plantas salvajes. Las frutas por su lado

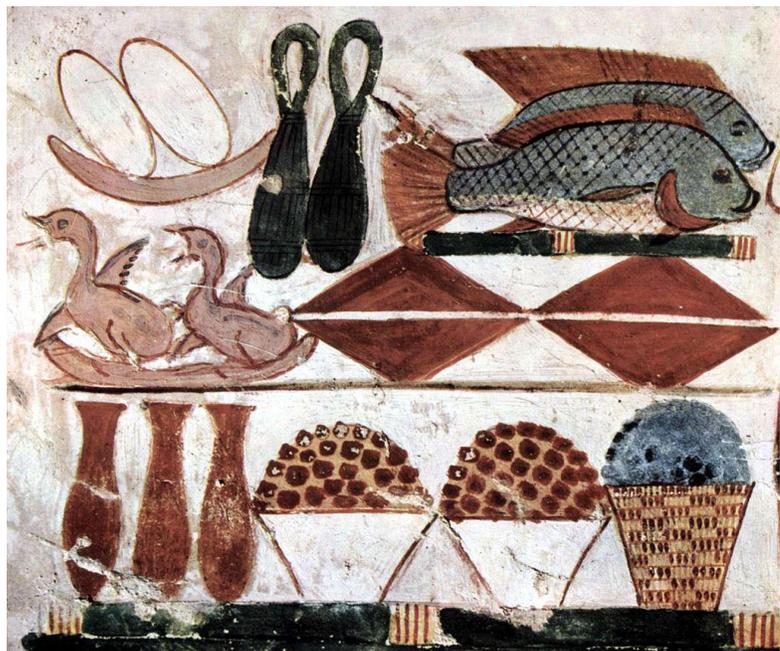
siempre fueron productos de lujo que se cultivaban en jardines privados de los templos y de las clases dirigentes, entre las frutas cultivadas existían: los dátiles, la higuera, la vid, posteriormente se introdujeron la sandía el melón, la azufaifa (producto utilizado para la elaboración de un tipo de pan), el sicómoro y la perseá; también existen registros de cultivos de granada, la manzana y el algarrobo. También se incluyeron productos de exportación como el coco, las almendras y los piñones. (13)

La preparación de dulces se ve representada en tres tumbas del Imperio Nuevo y algunas recetas de papiros médicos. Usaban como base la harina de cereal o la harina de chufa molida, edulcorada posteriormente con dátiles, algarrobas, uvas pasas, arrove y miel (que se exportaba por producción egipcia insuficiente). Los pasteles se cocían en placas metálicas, dándole después la figura que se quisiera. Algunos productos se fabricaban con finalidades médicas para curar afecciones del tracto gastrointestinal o del sistema respiratorio. Además, fueron grandes consumidores de bebidas como la cerveza y el vino.(13)

La alimentación para los egipcios tenía una connotación mucho más allá de la intención de nutrirse, existía una relación de esta con la religión donde se reglamentaba de manera estricta la actitud de cualquier individuo frente a la alimentación, aconsejaban templanza y moderación con los placeres gastronómicos, prohibían

comer en presencia de extranjeros y establecían estrictas reglas de comportamiento en la mesa. Excluían el consumo de pescado y cerdo en la alimentación sacerdotal asociado a creencias relacionadas con el dios Seth, el cerdo se consideraba como un animal impuro y solo se circunscribía el consumo a zonas marginales del Bajo Egipto. Después de la

Figura 3: Ofrendas de alimentos en la tumba del escriba Menna (1400 a.C.).



Tomado de Maler der Grabkammer des Menna - The Yorck Project (2002)

muerte, existía un rito de la *apertura de la boca* de la momia que permitiría al fallecido su recuperación para hablar, comer y beber; además la cantidad de alimentos que debía recibir el muerto estaban relacionados con su dignidad (**figura 3**). (13)

Aparte de su connotación religiosa, la alimentación también tenía una relación importante con la salud en la cultura egipcia. Creían que los placeres de la mesa dependían la salud y la longevidad, los sabios estimaban que una alimentación copiosa garantizaba la buena salud y que la inapetencia era un signo de enfermedad y un pronóstico de muerte. La dieta de las clases bajas de la población debió ser bastante frugal y desequilibrada, demostradas en las representaciones gráficas de individuos delgados. En contraste a este escenario, las clases acomodadas consumían importantes cantidades de alimentos, tendiendo a la obesidad, una clara señal de la pertenencia a las clases sociales altas. Las dolencias más comunes derivadas de la alimentación afectaban a la dentadura y el aparato digestivo; el desgaste dental a causa de los residuos sólidos y la arena que contenía la harina de panificación provocaba frecuentes abscesos. También se documentó ceguera en diferentes papiros médicos, la deficiencia de vitamina A debió ser una de las causas principales de esta afección tratada con hígado de buey, fuente importante de esta vitamina.

Alimentación Grecorromana

En Grecia se dio el origen del pensamiento racional europeo y, por consiguiente, el de una medicina apartada de consideraciones empírico-mágicas y dogmáticas. La base de la economía de la civilización griega era marítima, comercial y expansiva. (13) Su alimentación se caracterizaba por su frugalidad, siendo el reflejo de las complejas condiciones para la agricultura. Su alimentación se basaba en cereales como el trigo, la espelta y la cebada, estos se consumían con algunas verduras como: coles, espinacas, cebollas, lechuga, rábanos, lentejas, habas o garbanzos. El consumo de carnes estaba reservado para los ricos. También son conocidos por el alto consumo de leche, derivados de ésta y huevos. (13,23)

La dieta no se consideraba solo un medio de curar enfermedades sino también para conservar la salud de las personas sanas, haciendo parte de una de las tres ramas de la Medicina Antigua, la dietética, que exponía la importancia de la alimentación para el mantenimiento de la salud y la curación de enfermedades. (24) Esto explicaría uno de los

tratados dietéticos conocidos más antiguos, el de Acrón de Agrigento titulado *Sobre la alimentación de los sanos* o lo que Dífilo de Sifnos nombrara *Sobre lo que conviene a los enfermos y los sanos*. (13,25)

Para los griegos la salud abarcaba un estilo de vida completo, donde la alimentación era el eje central e iba acompañado por ejercicio, los baños, la forma de dormir, la actividad sexual, las purgas y todo lo que pudiese afectar el entorno del individuo. La obra que se toma como punto de referencia es el tratado hipocrático *Sobre la dieta en las*

Figura 4: Plato de figuras rojas, c. 350-325 a. C. Museo del Louvre.



Tomado de es.wikipedia.org/wiki/Alimentacion_en_la_Antigua_Grecia

su obra enseña el modo de evitar las enfermedades, incluyendo así prescripciones dietéticas, bajo su filosofía aristotélica valora la dietética más que cualquier otra parte de la medicina pues se trata de un elemento fundamental en la educación del individuo sano para no enfermar, no limitando su obra únicamente a exponer una lista de alimentos como lo es el tratado hipocrático previamente mencionado. (13,25)

Tal como las culturas antiguas, los griegos también asociaban la alimentación con el arte de la culinaria (**figura 4**), en distintos escritos de la literatura griega encontramos distintas tradiciones asociadas a esta, por ejemplo, los atenienses eran parcios en sus celebraciones y les gustaba tomar alimentos de la tierra preparados separadamente, intercalándolos con productos exóticos; los espartanos por su lado eran aún más sobrios usando como unos

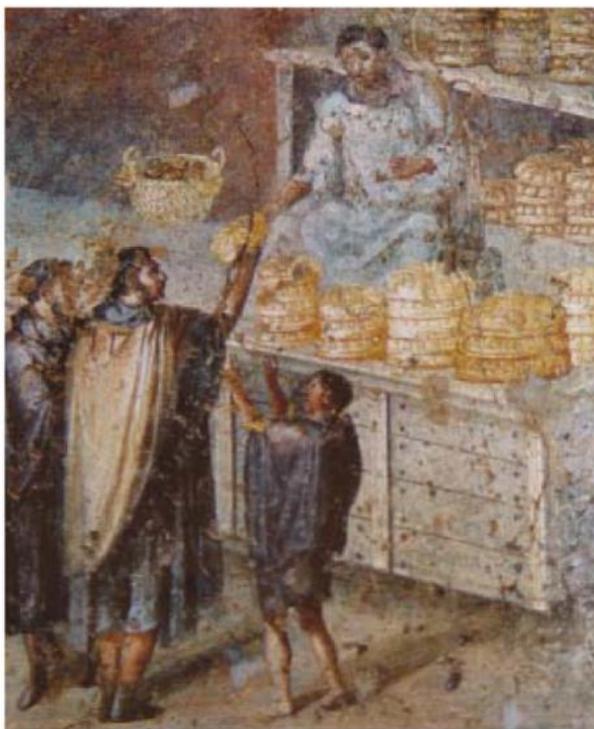
enfermedades agudas. En este tratado se describe el uso medicinal de algunos alimentos en enfermedades específicas, el ayuno como herramienta terapéutica y la forma adecuada de preparar los alimentos como receta médica, además del uso de la dieta como método preventivo de enfermedades, para conservar así la buena salud. (13,23,25) Otro autor a destacar en la importancia de la dietética es el médico Diocles de Caristo, discípulo de Aristóteles, considerado por Galeno como el primer anatomista sistemático, en

condimentos la sal y el vinagre, solo se consumía en sus banquetes pan de cebada y carne de cerdo cocida junto con una sopa de sangre que le daba el color negro. (13,24) También existían múltiples diferencias asociadas a la región de Grecia y de las clases sociales, debido a que los alimentos exóticos eran de alto costo y no todo el mundo podía acceder a ellos.

La **Antigua Roma** nació como una colonización de tribus latinas, sabinas y etruscas en la ciudad de Roma, entre la confluencia del río Tíber y Salaria, alrededor del siglo VIII estas tribus se unieron con el nombre *Roma*

Quadrata. Esta fundación marcó el comienzo de la monarquía romana, un periodo comprendido entre el año 753 a.C. hasta el final del último reinado de Lucio Tarquinio El Soberbio en 509 a.C. que daría origen a la República romana. Esta consolidó su poder en el centro de Italia en el siglo V a.C. estableciendo su posición dominante en la península itálica, expandiéndose por todos los territorios, enfrentando múltiples cambios políticos, agitando la competencia entre la aristocracia y las magistraturas, destruyendo paulatinamente la República y dando origen al Imperio Romano. (13)

Figura 5: Fresco Casa de Panadero, Pompeya.



Tomado de *La Alimentación y la nutrición a través de la historia*. Cap. 6 Pag 146

El Imperio Romano se caracterizaba por una forma de gobierno autócrata, durante este periodo los territorios conquistados por Roma siguieron aumentando hasta llegar a su máxima extensión durante el reinado de Trajano. En el año 476 d.C. el hérulo Odoacro destituyó el último emperador de Occidente, quedando así únicamente el Imperio Romano Oriental (Imperio Bizantino) que seguiría un milenio más en pie, hasta 1453 que cayó bajo el poder del Imperio Otomano. (13,26)

En el mundo Antiguo, el alimento fue la representación del poder, viéndose como: el poder a través de la representación social, a través del pensamiento, a través de aspectos

alimentarios relacionados con fiestas religiosas y sus manifestaciones económicas. La sociedad romana tenía su poder manifiesto en cuatro parámetros donde uno de ellos era la alimentación, que reflejaba la diferencia en clases sociales en el coste propio de los alimentos, además de la presentación y las circunstancias alrededor de cada banquete. **(figura 5)** (26)

La alimentación romana fue inconstante durante su larga duración, su dieta estuvo influenciados por la cultura griega, por los cambios políticos de monarquía a república y luego a imperio, la enorme expansión de este, que eventualmente influiría en la gastronomía. Debido a esto, la jerarquización se empezó a ver mucho más marcada con el crecimiento del Imperio, tanto que el valor nutricional de las comidas no era considerado importante, la aristocracia prefería la comida con bajo contenido de energía y nutrientes, la comida fácil de digerir y los estimulantes diuréticos tenían gran importancia. Existen numerosas leyes suntuarias, que llegaban a limitar el número de invitados y los costes de las comidas, ese lujo en la mesa era toda una manifestación de éxito en la sociedad **(figura 6)**. (13,26)

La medicina Romana es heredera de la medicina griega y egipcia. Uno de sus mayores representantes es Aulus Cornelius Celsus, un escritor y médico romano del siglo I, donde en su obra ilustre "*De Artibus*", un tratado que constaba de seis partes escrita alrededor de 30 d.C. donde solo se salvó para la posteridad la parte relativa a la medicina, por su magna obra se considera como uno de los grandes enciclopedistas de la Antigua Roma. A lo largo de toda su obra se puede ver el valor que otorga a los alimentos y la relación con la salud, recomendaba alimentos por edades, sexo y estado de cansancio. En

Figura 6: Bodegón con cesto de fruta y vasijas (Pompeya, c. 70 a. C.)



Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Gastronom%C3%ADa_romana

su obra también describe que la obesidad se asociada a falta de ejercicio, por sedentarismo, por hacerse unciones con grasas después de comer, por tener la cama

demasiado blanda o el espíritu demasiado tranquilo, y en cuanto a los alimentos, lo que engordaba eran los dulces y las grasas. En el libro II, Celsus presenta una clasificación propia de los alimentos y su capacidad nutritiva, lo hace de la siguiente manera: los alimentos de origen animal (mamíferos salvajes y domésticos, aves, huevos, pescados y moluscos) los alimentos procedentes de plantas (granos, legumbres, raíces, frutas y nueces), las bebidas (miel, vinos y derivados) y el agua. (13,27) La alimentación romana le debe su variedad a la bastedad de territorios que conquistó durante su historia, además de la duración de su gobierno, eso le permitió adquirir una gran cantidad de costumbres asociadas a los territorios que hacían parte del Imperio.

2.3 Edad Media

La Edad Media es un periodo comprendido entre el siglo V y el siglo XV d.C., su inicio se sitúa en la caída del Imperio Romano Occidental en el siglo V hasta 1492 con el descubrimiento de América. Durante este largo periodo de tiempo existieron diversos hechos muy diferentes entre sí, geográfica y temporalmente distintos, que permitieron algunos una gran proyección hacia el futuro, permitiendo el asentamiento de bases del desarrollo de la expansión europea, una sociedad estamental, además del desarrollo de la burguesía que desarrollarán en un futuro el capitalismo. Se desarrollaron nuevas formas políticas como el califato, los poderes universales de la Cristiandad, ciudades estado y las monarquías feudales. También se presentó un suceso importante que fue el choque de civilizaciones entre cristianismo e islamismo, con la reconquista española y las cruzadas que permitió un intercambio cultural que amplió los horizontes intelectuales europeos. (13,28) Se resaltarán en este capítulo el papel del Imperio Bizantino debido a su gran influencia en la alimentación de la humanidad.

Alimentación Bizantina

Se denomina Imperio Bizantino a la parte oriental del Imperio Romano que subsistió durante toda la Edad Media hasta 1453 d.C. cuando cayó en poder del Imperio Otomano, mil años después que el Imperio Romano Occidental. Se considera como una civilización, no un área geográficamente establecida, y se mantuvo en base de una creencia en la religión cristiana, sin embargo, tuvo una gran diversidad de culturas que le proporcionaba un carácter multicultural a Bizancio, en el vivían griegos, eslavos, búlgaros, armenios,

sirios, entre otros, aunque esto produjo dificultades para conciliar intereses muy distintos; esta era una característica transcendental de Bizancio: un Imperio universal para todos los habitantes, siempre que aceptaran al emperador, considerado como el representante de Dios en la Tierra, a la Iglesia y hablaran griego. Bizancio sobrellevó distintos cambios a lo largo de su historia, que también afectaron su dieta en diversas maneras. (13)

La cultura y la civilización bizantina reflejan los cambios históricos y geopolíticos en mil años de historia en sus hábitos alimentarios y costumbres. Las nuevas técnicas culinarias, los utensilios, las nuevas formas de consumir alimentos, los nuevos alimentos y las costumbres desconocidas se introdujeron en la civilización occidental y se fueron adoptando gradualmente. (13,29)

Uno de esos cambios fue la disposición de los comensales en la mesa, ya no se acostaban en el suelo como en la antigua Roma, sino que lo hacían sentados como en la actualidad. La cocina bizantina era rigurosa y solemne, llevando hasta la minuciosidad la preparación de los platos; se realizaban 3 comidas al día: *progeuma* (desayuno), *geuma* (medio día) y *deipnon* (cena). Cada comida del día era en familia, si habían invitados las mujeres no asistían a esos eventos, siempre se cambiaba de calzado antes de sentarse a la mesa. La dueña de casa disponía la mesa con mantel y servilletas, además de un tazón con agua para lavarse las manos. (13)

Condujeron al uso de cubiertos, inventando el tenedor (**figura 7**) para llevar cómodamente el alimento a la boca, dándole un uso cotidiano en la mesa. Este utensilio llegó a Europa en el s. XI con Teodora, hija del emperador Constantino Ducas, lo llevó a Venecia al contraer nupcias con Doménico Selvo. Originalmente, el tenedor tenía dos púas y era plano denominándosele horqueta; a principios del s. XVIII, dejó de ser plano y comenzó a tener tres y cuatro púas. Su uso fue aceptado en Europa Occidental y Estados Unidos hasta principios del s. XIX. (13) Durante este tiempo, el uso de la cuchara siguió empleándose con los mismos modelos de cuchara de la Roma clásica; tal cual sucedía en Roma las personas de escasos recursos debían conformarse con un cuenco de madera o barro, de los cuales se tomaban los alimentos con las manos. (13,29)

También implementaron nuevas técnicas culinarias, dando paso al huevo hilado y el hojaldre. Fueron maestros queseros y de elaboración de cuajadas, además de sazonar y picar la carne, así como apanar, endulzaban las salsas con diferentes hierbas. Optaban por las carnes tiernas, como los animales jóvenes, disfrutaban las menudencias: las manos

de cerdo y cordero, las tripas, el hígado, los riñones, las ubres de cerda. Les gustaban las ranas, esturiones, venados, faisanes, gansos y gallinas, hábito heredado de los Romanos. En su alimentación se valoraban las legumbres frescas, las coles, lechugas (que se consumían con aceite de oliva y vinagre), espárragos, alcachofas, setas, además de las habas, lentejas, garbanzos y arvejas. Preparaban una gran variedad de purés de legumbres y cereales, que aromatizaban con miel, nardo canela y vino tinto. Por otra parte, el yogur acompañaba todas sus comidas. Disfrutaban mezclar condimentos y especias con frutas variadas para disimular los sabores naturales de las comidas. (13)

Existe en relación con la sofisticada cocina bizantina, las recomendaciones nutricionales, el médico griego Alejandro de Trelles en su obra *Therapeutiká*, fue uno de los primeros pensadores en atreverse a poner en duda a Galeno, ya que analiza el tema de la fuerza terapéutica de la naturaleza, dándole lugar a la dieta y a los baños en sus tratamientos. Su gran interés por la nutrición le permitió recomendar comidas muy dispares (achicoria, pezuña y hocico de buey) y desaconsejar los alimentos salados y agrios. Por otro lado, Miguel Psellos fue un monje que describió una relación alfabética sobre las virtudes de los alimentos. (13)

Figura 7: Tenedor del imperio Bizantino



Tomado de *La Alimentación y la nutrición a través de la historia*. Cap. 7, Pag. 173

2.4 Alimentación prehispanica

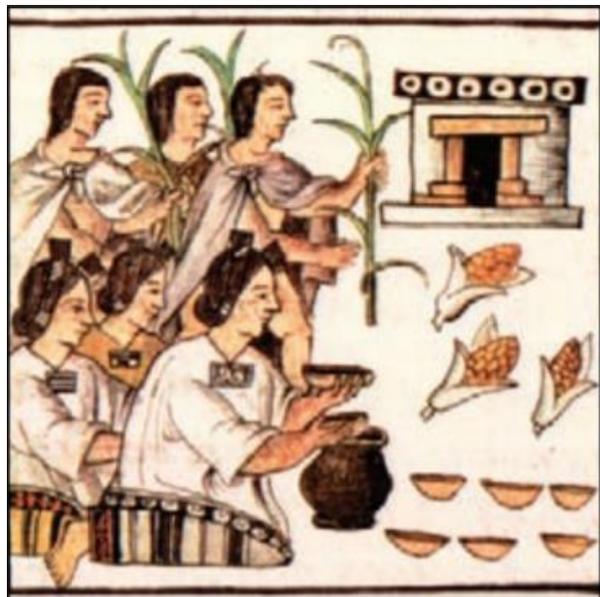
Se conoce poco respecto a la llegada de la humanidad a América, es claro que ocurrió en varias oleadas procedentes del norte de Asia a través del estrecho de Bering, ya siendo Homo Sapiens y algunas culturas de cazadores y recolectores del Paleolítico Superior. En poco tiempo se extendieron a lo largo de todo el continente, también existieron pequeñas migraciones como los vikingos, hasta la llegada de Cristóbal Colon en 1492 que fue el inicio del contacto trascendente entre el Viejo y el Nuevo Mundo. (14)

Debido al extenso terreno en el que se asentaron los pueblos americanos, las comunidades indígenas hablaban aproximadamente 1850 lenguas distintas, es decir, no solo era un idioma sino una cultura distinta, implicando así una gastronomía particular por cada comunidad, que aún tienen presencia en el presente en las cocinas tradicionales de los países americanos. En América Latina, existe evidencia de la comunicación entre las comunidades, siendo frecuente entre vecinos más que en comunidades distantes, destacando dos factores importantes: el comercio y las conquistas militares puesto que fueron maneras en la que los productos e ideas de un pueblo podían llegar a otros. **(figura 8).** (14)

El maíz representaba la gramínea más importante de la dieta del Nuevo Mundo, favoreciendo la adopción de la agricultura como pilar de la economía prehispánica. Es la mayor contribución americana a la humanidad, cultivándose actualmente la mayoría de los países del mundo. Posee un alto rendimiento por unidad de terreno, pues se adapta a distintos climas, aporta nutrientes como carbohidratos, azúcares y grasas con una temporada corta de crecimiento, cultivándose en menos de 120 días. (14,30)

Se desarrollaron tres sistemas agrarios: la roza con barbecho largo, la roza con barbecho corto y el regadío. El sistema agrícola tradicional de los indígenas de selva húmeda tropical se basa en el cultivo de tumba y quema, donde se sembraban granos (maíz), tubérculos y raíces (yuca, ñame, patata), ají, tabaco, plantas medicinales, arbustos como la coca, plantas frutales (guama, chontaduro, marañón, lulo, piña, papaya, aguacate, melón, guayaba). (30) Todas las comunidades indígenas americanas tenían un manejo del medio ambiente

Figura 8: Intercambio alimentario. Códice Florentino



Tomado de <https://www.aglutinaeditores.com/>

impregnado de una actitud cosmogónica ante esta, donde las diferencias entre humanos, plantas y animales son de categoría y no de naturaleza, la diferencia entre cada una yace en aquello que las nutre, entiéndase las labores humanas como la pesca, caza, recolección

y agricultura como naturales siendo ejercidas siguiendo unas pautas para que la naturaleza no se enfurezca y le quite los frutos para la supervivencia. (30)

En Colombia, por la vastedad de sus terrenos, tenemos también una gran cantidad de comunidades indígenas. En el Amazonas, los Desana o Wirá consideran que los humanos y la fauna de su entorno participan en un gran circuito de flujo de energía que anima el entorno en un continuo flujo y reflujo. (30) Desde allí se regulan el modo de alimentación, la prevención y tratamiento de enfermedades, el control de la natalidad. Dentro de su cultura alimentaria, utilizaban campos de cultivos para atraer animales como el tapir, el agutí, el pecarí y el venado, también se alimentaban de insectos como las hormigas, termitas, orugas, larvas de escarabajos, mojojoi y pequeños animales como las ranas. Sus alimentos básicos eran el pescado y la yuca (con la que preparaban harina llamada casabe) en la dieta de los pueblos amazónicos. (14,30) En la región caribe sembraban maíz con lo que elaboraban múltiples productos como la chicha o los bollos, además sembraban yuca, árboles frutales, ñame, calabaza, ahuyama, y frijol. También basaban su alimentación en el pescado, utilizaban redes tejidas de algodón. Tenían una red comercial muy extensa donde intercambiaban una gran variedad de productos entre los cuales estaba la sal, el oro, piedras preciosas, hasta pescado donde era escaso, eran excelentes productores de sal.

En la región andina, existían pueblos con acceso a distintos pisos térmicos que presentaban una amplia variedad de productos de tierra fría y caliente. Algunos pobladores tenían en clima templado sembrado de maíz, yuca, batata, ahuyama, ají, coca, hayo colorado, algodón; entre otros los habitantes del clima frío tenían tubérculos e intercambiaban algunos productos que no podían cultivar. Los chitareros y los chibchas fueron grandes exponentes de la explotación de los distintos pisos térmicos, obteniendo así distintos productos de clima cálido hasta el páramo. Los guanes de la Mesa de los Santos en Santander sembraban maíz, yuca, habas, ají, coca, frijol, maní, tomate, tabaco, aguacate, piña, guanábana, pitahayas, cacao; con el maíz preparaban la chicha, bollos envueltos, mazamoras y tortillas. (14,30)

2.5 Globalización y alimentación contemporánea

La conquista de América resultó ser un proceso de rápida globalización alimentaria, el intercambio de alimentos, desconocidos en ese momento, se extendió exitosamente en

ambos mundos. En estos cambios se observa como algunos de estos alimentos se volvieron la base de la alimentación en la mayoría de los países como la papa, el maíz y el tomate en Europa, el trigo, el café, el arroz y el ganado en América, y la yuca en África. (14,31) Los alimentos más importantes que aportó América al mundo fueron: la papa, el cacao, el tomate, el maíz, la piña, la vainilla, el ají, la ahuyama o calabaza, el tabaco, el maní, la semilla del marañón, el aguacate, la papaya, la guayaba, la guanábana, los frijoles. A América, los conquistadores trajeron la ganadería, la caña de azúcar, la manzana, las granadas, las peras, los higos, el café, las naranjas, los limones, melocotones, albaricoques, ciruelas, melones pepinos y sandías. Este intercambio de alimentos ha permitido el desarrollo de las costumbres culinarias de todo el mundo. (13,14)

En la Edad Moderna, periodo que inicia con la conquista de América, se empiezan a presentar los primeros avances tecnológicos que no se dispersaron debido a varios factores como las epidemias, hambrunas y guerras, además de ser una época con poco crecimiento demográfico. Fue a partir del s. XVIII donde se establecen las bases de la futura sociedad industrial, se establecen alianzas entre comerciantes y agricultores aumentando la productividad, esto además permitió una explosión demográfica que se vio acentuada en el s. XIX, durante la Revolución Industrial, debido a la mejoría de condiciones sanitarias, alimentarias e higiénicas. La alimentación puntualmente se vio beneficiada debido a que no estaba sujeta a los cambios de los cultivos, haciendo la disponibilidad de alimentos regular y abundante; este suceso permitió disminuir la mortalidad asociada a epidemias y hambruna. Esta explosión demográfica fue un estímulo para el crecimiento industrial, por la mano de obra abundante y aumento de la demanda para los nuevos productos. (13,32)

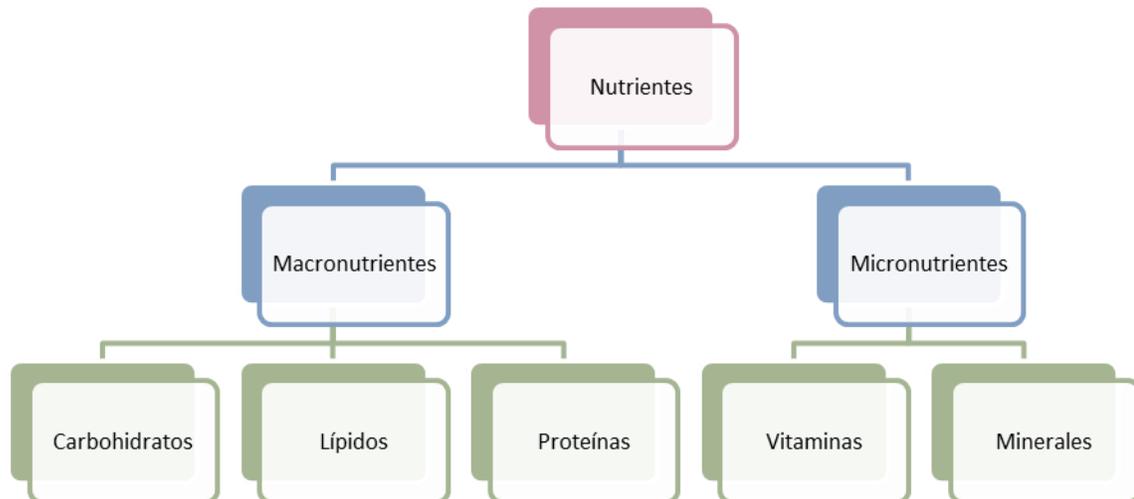
La industria y la conquista de América provocaron el nacimiento de la industria alimentaria, ésta generó la aclimatación de alimentos americanos generando variedad a la dieta monótona europea con la invención del primer refrigerador en 1870, que además permitió que la carne fuera barata y abundante inclusive en los barcos. Asociado a esta industrialización y en el afán de preservar los alimentos, se destaca el inicio de la industria de los alimentos procesados y ultraprocesados, que en un principio nacieron como una solución para el suministro y supervivencia de los ejércitos pero que poco a poco fueron introducidos en la cotidianidad de los hogares. (13,32,33)

Posterior a la Segunda Guerra Mundial, se produjo la Revolución Verde, que se dio entre 1950 y 1980 para aumentar la productividad agrícola y alimentaria, esta consistió en la adopción de una serie de prácticas y tecnologías en el cultivo de cereales (arroz, maíz, soya y trigo), como el uso de fertilizantes, plaguicidas, antibióticos y tecnología genética; dando origen a las semillas híbridas y posteriormente a las semillas transgénicas. (33,34) La industrialización alimentaria ha conllevado grandes avances en la preservación y producción de los alimentos, sin embargo, actualmente el consumo de alimentos procesados y ultraprocesados ha traído de la mano problemas de salud como son la obesidad y sobrepeso, que tiene como consecuencia el desarrollo de enfermedades asociados a esta malnutrición, presentando un impacto significativo en la salud pública de la sociedad contemporánea.

3. Los Nutrientes

La **nutrición** es “el conjunto de procesos por los cuales el organismo ingiere, digiere, transporta, metaboliza y excreta las sustancias contenidas en los alimentos, que inicia cuando se consume un alimento y termina con la eliminación de los desechos a través de las heces, la orina, la respiración y la piel” (35). Es un acto involuntario y continuo que se lleva a cabo a nivel celular. Los **nutrientes** se definen como “una sustancia química que asegura el mantenimiento o funcionamiento de algún proceso u organismo”. (5,35,36) Los nutrientes se dividen en dos grandes grupos los macronutrientes y los micronutrientes (figura 9).

Figura 9: Clasificación de los nutrientes en la dieta



Fuente: elaborado por la autora

Sus funciones principales son la obtención de energía (**catabolismo**) y la formación de biomoléculas (**anabolismo**) a través de múltiples transformaciones químicas. El conjunto de estos procesos se denomina **metabolismo**. Las fuentes de combustible metabólico, compuesto circulante tomado por los tejidos para producir energía, que se encuentran en los alimentos son los macronutrientes: carbohidratos, proteínas y los lípidos, es importante

destacar que los minerales ingeridos en grandes cantidades también son considerados como macronutrientes. En la **tabla 5** se muestra una lista de los combustibles metabólicos usados por los distintos tejidos y sus productos liberados. (5,35,37) Por ejemplo, el metabolismo de los macronutrientes da lugar a la liberación de calor, CO₂ y agua, y en el caso de las proteínas, óxidos de nitrógeno. Los macronutrientes pueden ser oxidados completa o incompletamente, explicando así la excreción de pequeñas cantidades de algunas moléculas como el lactato, cuerpos cetónicos, aminoácidos y otros productos de su metabolismo. (5,35) En conjunto con los macronutrientes, los micronutrientes se encargan de proporcionar biocatalizadores en múltiples procesos celulares como: la formación de proteínas, el mantenimiento de la membrana celular y la presión osmótica, regulación de expresión génica en el crecimiento y diferenciación celular. (5,35)

El organismo no permite la producción de una amplia gama de compuestos necesarios para el metabolismo por lo que deben ser consumidos en la dieta, estos nutrientes se denominan *nutrientes esenciales*; en cambio aquellos nutrientes que el organismo puede sintetizar se denominan *nutrientes no esenciales*, sin embargo, por su demanda se

Tabla 5: Principales combustibles metabólicos usados por los tejidos corporales

TEJIDO	COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE LIBERADO
Cerebro	Glucosa, cuerpos cetónicos	Lactato (solo en ayuno prolongado)
Corazón	Ácidos grasos, triglicéridos, glucosa, cuerpos cetónicos, lactato	-
Eritrocitos	Glucosa	Lactato
Hígado	Glucosa, ácidos grasos libres, glicerol, lactato, alcohol, aminoácidos (parcialmente)	Glucosa, lactato (fase absotiva), triglicéridos, cuerpos cetónicos
Intestino delgado	Glucosa, glutamina	Glucosa, aminoácidos, lípidos
Músculo esquelético	Glucosa, ácidos grasos libres, triglicéridos, aminoácidos de cadena ramificada	Lactato, alanina, glutamina
Riñón	Glucosa, ácidos grasos libres, cuerpos cetónicos, lactato, glutamina	Glucosa (sólo en ayuno prolongado)
Tejido adiposo	Glucosa, triglicéridos	Lactato, glicerol, ácidos grasos libres

recomienda su consumo dietario. Los *nutrientes semiesenciales* pueden ser sintetizados por el organismo, que pueden resultar insuficientes en estados con requerimientos aumentados como el crecimiento, el embarazo, la lactancia o la vejez. (35,37)

3.1 Macronutrientes

HIDRATOS DE CARBONO

Son los componentes orgánicos que representan la mayor fuente de energía para los seres humanos, representando el 50 a 65% de la energía total aportada por la dieta (38). Están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno: por cada átomo de carbono hay dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Se digieren y absorben en el intestino delgado, y en menor medida algunos de ellos son fermentados parcialmente por la flora intestinal en el intestino grueso. Se consumen como disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos, y posterior a la digestión se absorben como glucosa, siendo este el combustible metabólico primario del organismo. (5,35,37)

Los alimentos contienen hidratos de carbono de distinto nivel de complejidad como son los almidones, dextrinas, disacáridos y monosacáridos. En la **figura 10** se exponen algunos grupos de alimentos que contienen los hidratos de carbono según su complejidad. La glucosa también proviene de los depósitos corporales de glucógeno hepático y muscular, la síntesis de glucosa hepática o renal a partir de esqueletos carbonados de algunos aminoácidos, del glicerol y lactato. Las vías metabólicas predominantes de la glucosa varían dependiendo de los tejidos y la demanda fisiológica; por ejemplo, en el hígado la glucosa puede ser oxidada para obtener energía, ser almacenada en forma de glucógeno o proveer carbonos para la síntesis de ácidos grasos y aminoácidos, también oxida la

Figura 10: Alimentos con hidratos de carbono según su complejidad

Almidón	Dextrinas y Maltodextrinas	Disacáridos
<ul style="list-style-type: none"> • Cereales • Leguminosas • Tubérculos • Algunas frutas y verduras 	<ul style="list-style-type: none"> • Miel pocesadas • Hidrólisis parcial de los almidones 	<ul style="list-style-type: none"> • Maltosa (hidrólisis de almidones) • Sacarosa (fructosa+glucosa): caña de azúcar • Lactosa (galactosa+glucosa): lacteos

Fuente: elaborada por la autora.

glucosa para producir equivalentes de reducción (NADPH) y ribosa-5-fosfato empleados para la síntesis de ácidos nucleicos entre otras biomoléculas. (5,35,39)

Otro hidrato de carbono importante a destacar es la **fibra**, que son aquellos componentes alimentarios de origen vegetal resistentes a la hidrólisis por las enzimas y secreciones digestivas. Se clasifica en *fibra dietaria*, está formada por carbohidratos no digeribles de las plantas presentes en los alimentos y están compuestos por una mezcla de polisacáridos que hacen parte de las paredes celulares o estructura intercelular de las plantas, son considerados como fibra dietaria si las células y su matriz tridimensional permanecen intactas; y la *fibra funcional*, abarca todos los carbohidratos no digeribles que se aíslan o se extraen mediante métodos químicos, enzimáticos o extractos acuosos, incluye los oligosacáridos y polisacáridos extraídos sintéticamente o aislado de fuentes naturales modificados o no. En la **tabla 6** se muestra la clasificación de la fibra según las características de esta. (35,40)

Tabla 6: Clasificación de la fibra según sus características

FIBRA	EJEMPLOS
Fibra dietética	Lignina, celulosa, β -Glucanos, pectinas, gomas, inulina y oligofructosa, almidón resistente
Fibra funcional	Dextrinas resistentes, psyllium, quitina y quitosano, fructo-oligosacáridos, polidextrosa y polioles
Fibra soluble	Dextrina de trigo, β -glucanos, gomas (goma guar) mucílagos (psyllium), pectinas, fructooligosacáridos, algunos tipos de hemicelulosas (avenas y derivados, leguminosas)
Fibra insoluble	Celulosa, lignina, algunos tipos de pectinas, algunos tipos de hemicelulosas (salvado de trigo y verduras)
Fibra fermentable	Dextrinas de trigo, pectinas, β -glucanos, goma guar, goma guar parcialmente hidrolizada, inulina y oligofructosa. (avena, frutas y verduras)
Fibra no fermentable	Celulosa, lignina (fibra de cereales rica en celulosa)
Fibra viscosa	Pectinas, β -glucanos, algunas gomas
Fibra no viscosa	Celulosa, lignina, algunos tipos de hemicelulosas

Tomado de *Fibra y beneficios a la salud. Anales Venezolanos de Nutrición. 2014. Pág. 74*

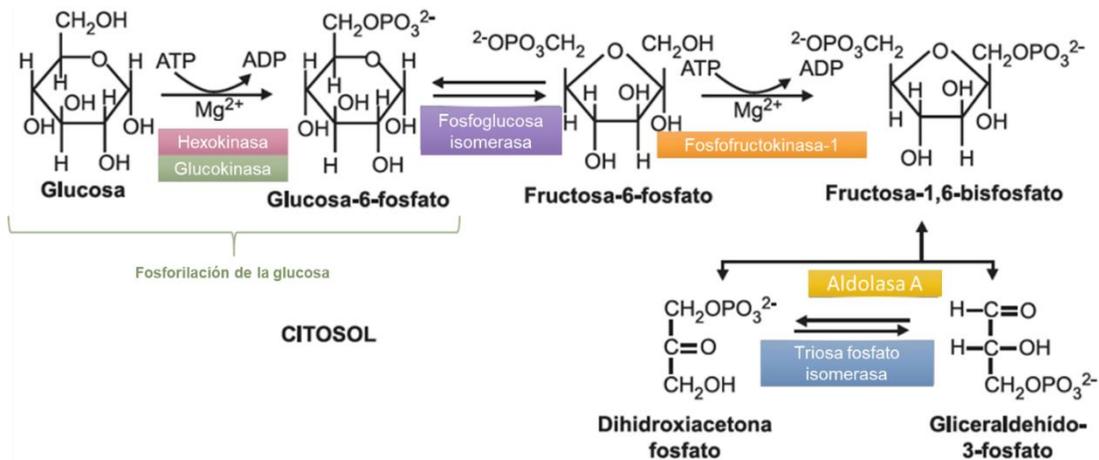
El consumo de fibra trae múltiples beneficios en la salud: ayuda a tener heces suaves y voluminosas aumentando la regularidad intestinal; la producción de ácidos grasos por la fermentación de la fibra que previene el cáncer de colon; los alimentos con fibra soluble

aumentan la saciedad, reduciendo la ingesta de alimentos ayudando a controlar el peso corporal; la fibra soluble puede disminuir la absorción de carbohidratos simples favoreciendo el control de los niveles de glucosa en sangre además de disminuir las concentraciones de colesterol LDL. (35,40) La fibra es fermentada por las bacterias cólicas, originando la proliferación de determinadas poblaciones bacterianas y generación de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) como son acetato, propionato y butirato. Este proceso trae efectos beneficiosos a la salud como: la contribución del aumento de masa en contenidos intestinales, incrementando la actividad metabólica bacteriana usando materiales potencialmente tóxicos (derivados tiólicos, fenólicos o el ion amonio) reduciendo sus efectos a nivel intestinal, mantenimiento de la homeostasis intestinal, promoviendo su expansión de forma selectiva.

Metabolismo de los hidratos de carbono

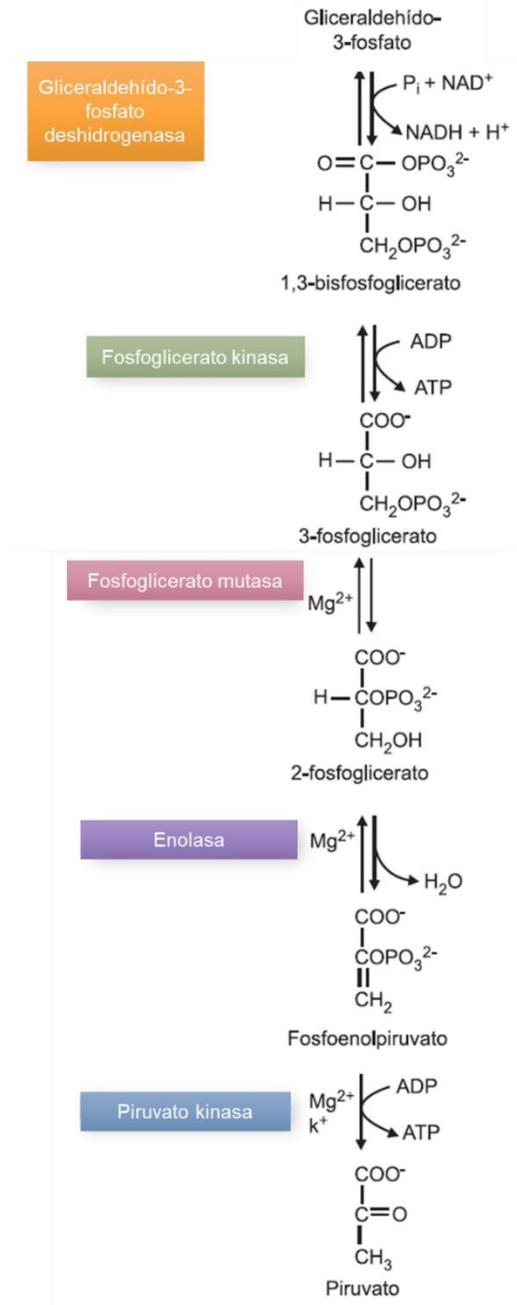
Desde el momento de absorción intestinal la glucosa es transportada por medio de proteínas transportadoras de membrana (GLUT), esta difiere de la localización tisular, por ejemplo, GLUT3 es el principal transportador de glucosa cerebral, GLUT4 se expresa en el músculo y en el tejido adiposo, GLUT2 en el hígado, intestino y las células β-pancreáticas para iniciar la producción de insulina y controlar los niveles glicémicos. La localización de este transportador depende de los niveles sanguíneos de insulina para que su receptor se libere a la membrana plasmática permitiendo la difusión facilitada de glucosa al interior de la célula. (5,39)

Figura 11: Fase preparatoria de la glucólisis



Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.9. Pág. 301*

Figura 12: Fase de obtención de energía de la glucólisis



Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.9. Pág. 303*

a la insulina, el control de la velocidad de la glucólisis por enzimas glucolíticas como: hexoquinasas, piruvato quinasa y fosfofructokinasa-1. (5,39)

En el citoplasma celular se da la **glucólisis**, que es la ruta central del catabolismo de la glucosa, en esta se degrada la glucosa con dos objetivos: obtener energía en forma de ATP y suministrar precursores para la biosíntesis de los componente celulares. Se produce en todas las células de los mamíferos, siendo en ocasiones fuente exclusiva de algunos tejidos como los eritrocitos, la médula renal, el cerebro y los testículos. Se pueden distinguir dos fases: la *fase preparatoria*, donde la glucosa se convierte en dos moléculas de triosas fosfato (**figura 11**) y la *fase de obtención de energía* la conversión de las triosas dos moléculas en dos de piruvato, ATP y NADH (**figura 12**). (5,39) En la ruta de degradación de la glucosa por la vía glucolítica se obtienen dos moléculas de piruvato, dos moléculas de ATP, y dos de NADH. El piruvato producido puede seguir la ruta aerobia o anaerobia; en la vía aerobia, este entra en la mitocondria y se oxida para convertirse en acetil-CoA, que ingresará en el ciclo de Krebs para oxidarse a CO₂ y agua, también servirá como sustrato para la síntesis de ácidos grasos o colesterol dependiendo del tejido y las condiciones fisiológicas. El proceso glucolítico está regulado por la captación de glucosa gracias

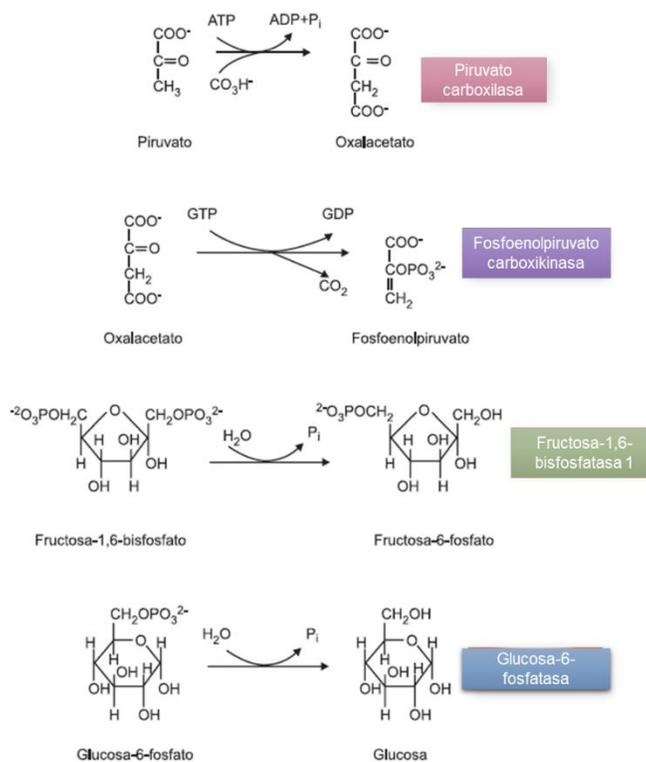
adelante se revisará la importancia del microbioma en la fisiología gastrointestinal y la homeostasis.(5)

Otra vía de glucólisis es la **vía de las pentosas fosfato** cuyas funciones son la síntesis de pentosas necesarias para biosíntesis de nucleótidos necesarios para la formación de ácidos nucleicos, degradación de pentosas procedentes del catabolismo de los ácidos nucleicos, metabolismo del xilitol, obtención de NADPH, enzima importante en el metabolismo de lípidos, ácidos grasos y esteroides, además de ser coenzima de la glutatión reductasa. La vía de las pentosas fosfato se grafica en la **figura 14**. Esta vía está regulada por los niveles relativos de NADPH y NADP⁺, se produce en la reacción catalizada por la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa activándose cuando la proporción de estas dos moléculas es alta. (5,39)

Otra vía de uso de la glucosa es la conversión de esta a **D-glucuronato** donde se oxida el carbono 6 de la glucosa, durante este proceso se genera UDP-glucosa que participa en la biosíntesis de polisacáridos ácidos, hialuronato y condroitín sulfato, también ayuda en la eliminación de moléculas endógenas, como bilirrubina y hormonas esteroídicas, moléculas exógenas y xenobióticos, como los fármacos. Por ende, su papel es importante en las reacciones de detoxificación hepática y el metabolismo de la bilirrubina. (5,39)

La **gluconeogénesis** es la ruta por la que se sintetiza glucosa a partir de precursores no glucídicos, esta vía es importante debido a la necesidad que presentan algunos tejidos (SNC, médula renal, el cristalino, la retina, los testículos y los eritrocitos) de disponer de

Figura 15: Gluconeogénesis

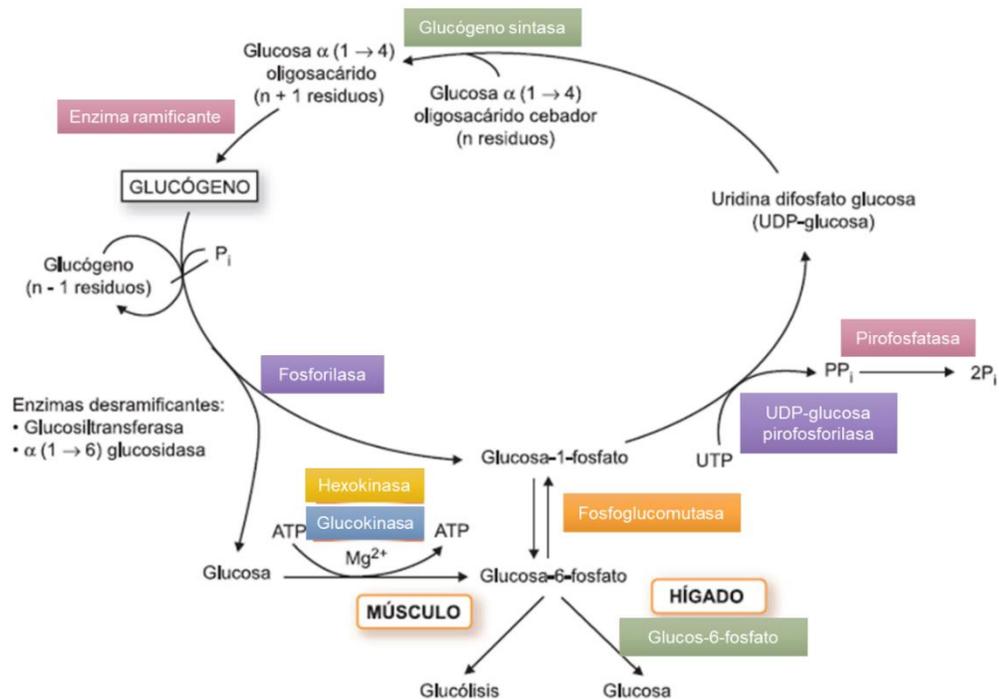


Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.9. Pág. 315*

glucosa permanentemente, pues la glucosa es su combustible metabólico de forma exclusiva. En la **figura 15** se grafica el proceso de la gluconeogénesis. La gluconeogénesis y la glucólisis son regulados mediante efectores alostéricos y hormonas (ej. glucagón y glucocorticoides) que actúan modificando la actividad de enzimas reguladoras mediante su expresión génica. (5,39)

Existen otros monosacáridos como son la fructosa y la galactosa. La **fructosa** se capta y metaboliza en el hígado, siendo independiente de la insulina; se metaboliza mediante su conversión en intermediarios de la vía glucolítica, sus productos finales son dihidroxiacetona-fosfato y gliceraldehido-3-fosfato que ingresa junto con la dihidroxiacetona-fosfato en la vía glucolítica a nivel de triosas fosfato (**figura 11**). Por su parte la **galactosa**, el azúcar de la leche, transcurre a través de su conversión en glucosa. Los polialcoholes, el **sorbitol** y el **xilitol**, también tienen su propio metabolismo, el sorbitol se puede obtener a partir de la glucosa generando fructosa dejando como producto final gliceraldehido-3-fosfato; por su parte el xilitol, derivado de la xilulosa, se fosforila a xilulosa-5-fosfato que ingresa a la vía de las pentosas fosfato (**figura 14**). (5)

Figura 16: Metabolismo del glucógeno

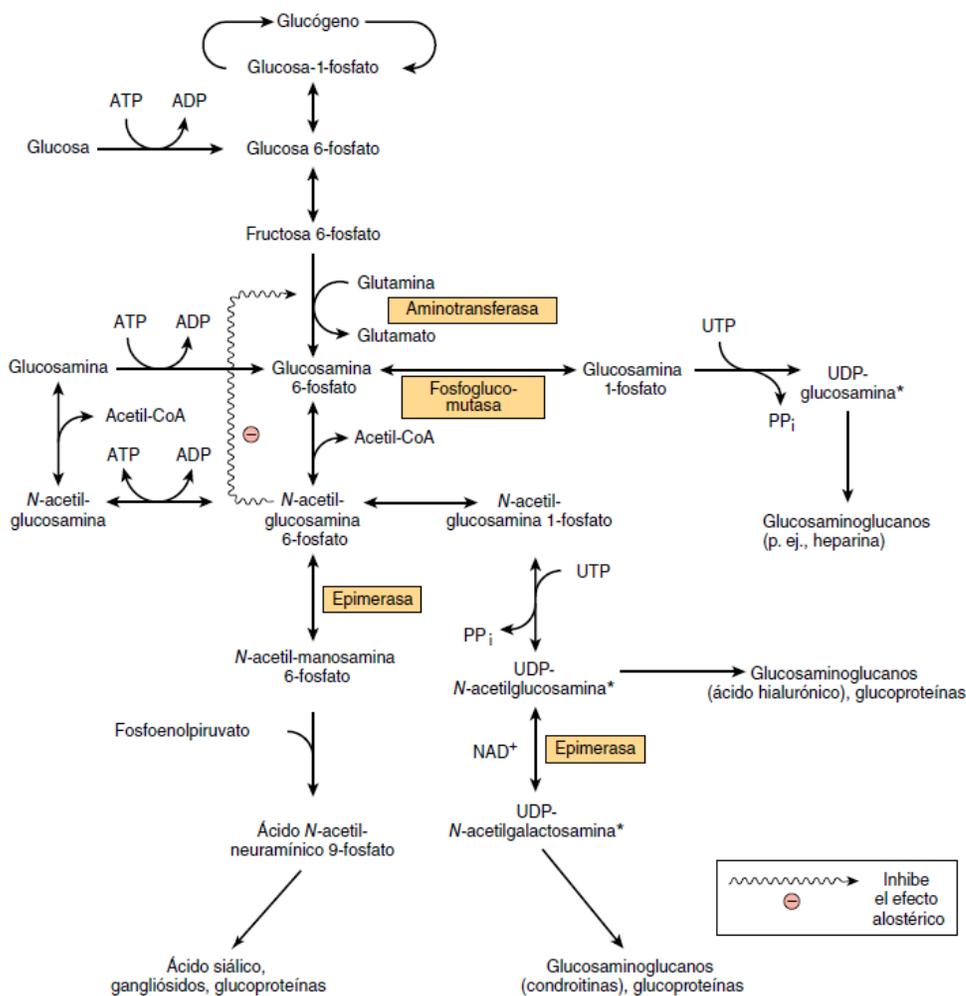


Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.9. Pág. 327*

Cabe mencionar un ciclo metabólico muy importante, el **Ciclo de Cori** que consiste en la circulación cíclica de glucosa y el lactato entre el músculo y el hígado, este representa la integración entre la glucólisis y la gluconeogénesis de diferentes tejidos del cuerpo.

El **glucógeno** es un polisacárido de reserva energética formado por cadenas ramificadas de glucosa, es abundante en el hígado y en menor cantidad en el músculo esquelético. La biosíntesis del glucógeno a partir de la glucosa se llama glucogenogénesis, su degradación se conoce como glucogenólisis; en la **figura 16** se ilustra el metabolismo del glucógeno. En el músculo esquelético la degradación del glucógeno se realiza con la finalidad de obtener ATP para realizar la contracción muscular, este metabolismo es activado por la adrenalina. En el hígado el glucagón es el encargado de regular el metabolismo del glucógeno que al unirse a su receptor estimula la producción de AMPc y con ello la

Figura 17: Vía de los aminoazúcares



Tomado de *Harper bioquímica ilustrada 30ª edición. Capítulo 20. Pág. 204*

activación de este. Otra vía metabólica importante es la biosíntesis de **aminoazúcares** que son componentes de las glucoproteínas y algunos glucoesfingolípidos, además de los glucosaminoglicanos, entre estos se encuentran los componentes de la matriz extracelular, como el condroitín sulfato, ácido hialurónico y el queratán sulfato, en la **figura 17** se resume el metabolismo de los aminoazúcares. (5,41)

PROTEÍNAS

Las proteínas son compuestos químicos formados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, algunas contienen azufre, hierro o fósforo. Son los nutrientes más importantes de este grupo, macromoléculas conformadas por cadenas lineales de aminoácidos, sumados a estos, en la dieta también se consumen ácidos nucleicos, aminoácidos libres y otros compuestos minoritarios; todos estos participan en múltiples funciones celulares como la transmisión nerviosa, la biosíntesis de porfirinas, purinas, pirimidinas y urea. Representan un 10-20% del aporte de energía total en la dieta (38). Las proteínas son aproximadamente el 17% de la masa corporal y su consumo es necesario para el mantenimiento de este, además del mantenimiento de la capacidad de adaptación a diferentes condiciones metabólicas y ambientales. (5)

Sus funciones son variadas como son: mantenimiento estructural (colágeno), facilitan la movilidad (actina y miosina en los músculos), intervienen en el transporte de sustancias corporales (hemoglobina, transferrina, ceruloplasmina, albúmina, etc.) numerosas reacciones biológicas (enzimas), regulación del sistema inmune (inmunoglobulinas y citoquinas) y actúan como reguladores en muchos procesos celulares (factores de crecimiento, transcripción, etc.). A pesar de encontrarse en todos los tejidos corporales, la mayoría en los músculos (40%), estas proteínas no representan un depósito como el glucógeno, ya que su pérdida representa pérdida de proteína funcional. Existen veinte

Tabla 7: Aminoácidos esenciales, semiesenciales y no esenciales en la dieta

INDISPENSABLE	DISPENSABLE	SEMINDISPENSABLE
Histidina	Alanina	Arginina
Isoleucina	Ácido aspártico	Cisteína
Leucina	Asparagina	Glutamina
Lisina	Ácido glutámico	Glicina
Metionina	Serina	Prolina
Fenilalanina		Tirosina
Treonina		
Triptófano		
Valina		

Tomado de Tratado de Nutrición Tomo I. Capítulo 1.15. Pág. 490

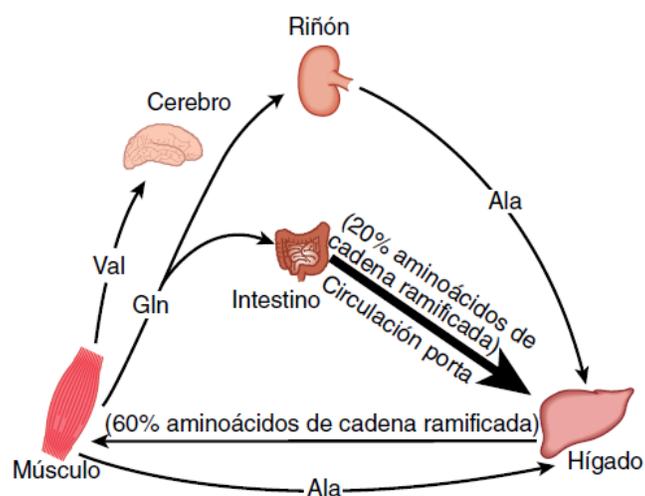
aminoácidos necesarios para el adecuado funcionamiento corporal, estos se clasifican en *esenciales o indispensables*, no pueden ser sintetizados por el organismo, *no esenciales o dispensables*, y *condicionalmente esenciales o semiesenciales*, normalmente no esenciales pueden ser sintetizados por el organismo que en ocasiones deben ser aportados en la dieta, en la **tabla 7** observamos su clasificación y enumeración. Las fuentes alimentarias de proteína son: la carne roja, la carne de pollo, el pescado, los lácteos, los huevos, los cereales, algunas verduras, en su gran mayoría; siendo el consumo de proteína en la dieta de 50 a 100 g al día aproximadamente.(5,42)

Metabolismo de las proteínas

Las proteínas de la dieta se hidrolizan en el tracto gastrointestinal, produciendo aminoácidos y péptidos de pequeño peso molecular que se absorben por la células de la mucosa intestinal, como se describe más adelante. El destino metabólico de los aminoácidos es complejo ya que, puede ser utilizado energética o gluconeogénicamente, en la síntesis de aminoácidos no esenciales, formación de otros compuestos nitrogenados, síntesis de péptidos y proteínas, entre otros. Todas las sustancias nitrogenadas del cuerpo provienen de los aminoácidos. Existe en el cuerpo un intercambio de aminoácidos entre los órganos después de la alimentación que permite un adecuado uso de los aminoácidos

esenciales, manteniendo la síntesis y degradación equilibrada, es entonces que el hígado metaboliza gran parte de los aminoácidos que llegan por vía portal, también libera aminoácidos a la circulación; la insulina estimula la captación de aminoácidos y la síntesis de proteínas en el tejidos muscular y los glucocorticoides favorecen la proteólisis y la salida de los aminoácidos al plasma (**figura 18**). (5,41)

Figura 18: Resumen del intercambio de aminoácidos entre órganos justo después de la alimentación.

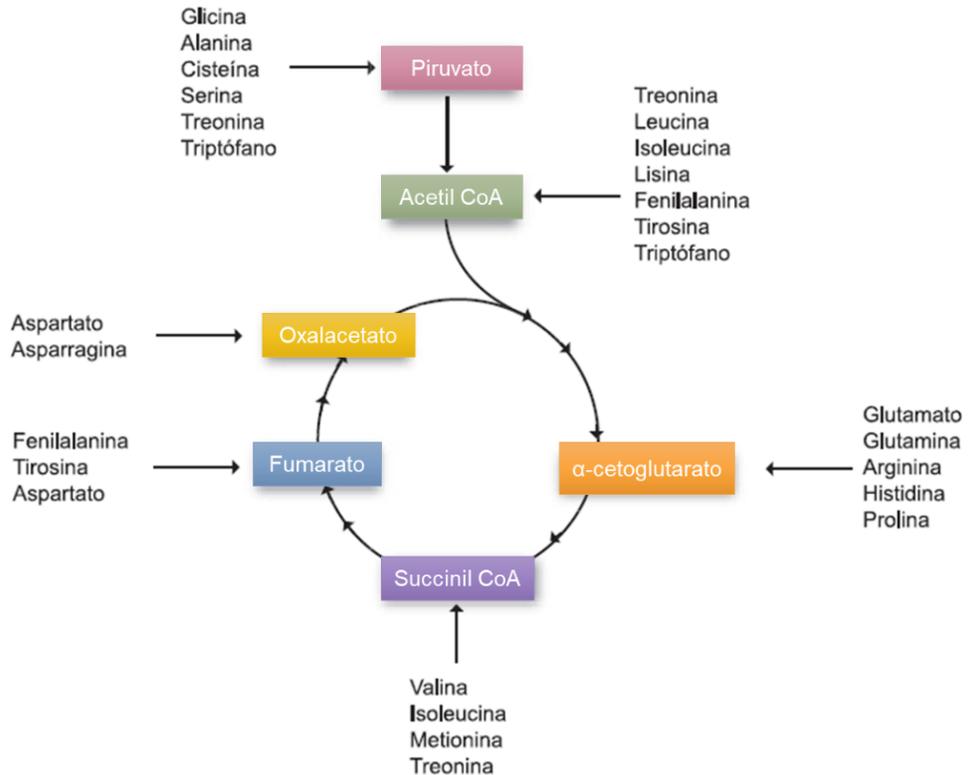


Tomado de Harper bioquímica ilustrada 30ª edición. Capítulo 28. Pág. 290

El **metabolismo de los aminoácidos** se presenta en cinco reacciones: **1.** Transaminación, la reacción más frecuente de los aminoácidos; **2.** Desaminación; **3.** Aminación; **4.** Amidación y desamidación; y **5.** Descarboxilación. A continuación, se describirá con un poco más de detalle cada una de estas reacciones.(5,41)

1. Transaminación: consiste en la transferencia de un grupo amino desde un aminoácido a un α -cetoácido, dando como resultado el aminoácido queda convertido en cetoácido y el cetoácido en aminoácido: este proceso permite la utilización energética, ya que la mayoría de los cetoácidos se integran a las vías catabólicas de la glucosa; casi todos los aminoácidos sufren reacciones de transaminación en su metabolismo, realizándose directamente en el aminoácido (alanina, aspartato, glutamato, tirosina, serina y aminoácidos ramificados) o en metabolitos de los aminoácidos (lisina, prolina, triptófano o arginina).

Figura 19: Destino de las cadenas carbonadas de los aminoácidos



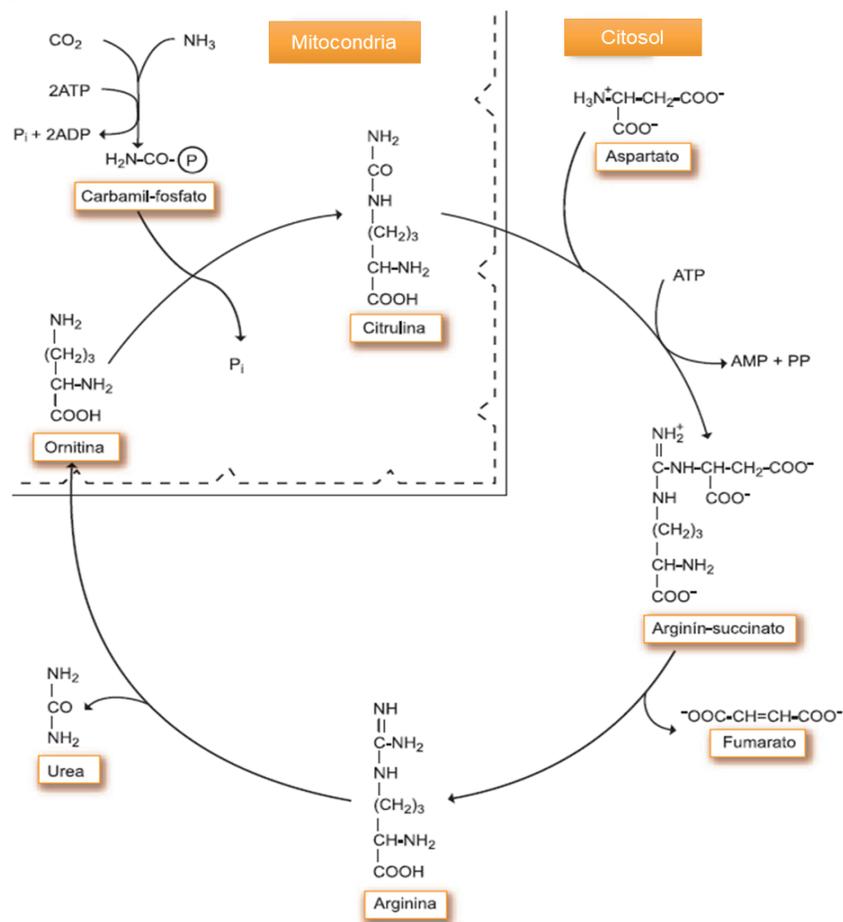
Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.14. Pág. 462*

2. Desaminación: el más frecuente en el organismo es la desaminación oxidativa del glutamato que consiste en el paso de glutamato a α -cetoglutarato, perdiendo el grupo nitrogenado como amoniaco y oxidación mediada por NAD o NADP y

catalizada por glutamato deshidrogenasa. Otra vía de desaminación es la aminoácido-oxidasas, que son flavoproteínas que funcionan en los peroxisomas generando peróxido de hidrógeno, estas pueden actuar sobre los D-aminoácidos, presentes en los alimentos.

- Aminación:** la principal reacción que se produce en el organismo es la formación de glutamato a partir del α -cetoglutarato, como previamente se describió, siendo este un mecanismo reversible ya que la coenzima utilizada en sentido reductor NADPH, posterior a esto se presenta una transaminación del glutamato con un cetoácido (piruvato) que origina una formación de ácido correspondiente.
- Amidación y desamidación:** los aminoácidos glutamina y asparagina poseen un grupo amida adicional, procede del amoniaco y se incorpora en el glutamato y el aspartato, mediado por glutamina sintetasa y la asparagina sintetasa. La

Figura 20: Ciclo de la urea



desamidación de estos dos aminoácidos es más simple; en ambos procesos se libera amoníaco, y es mediada por glutaminasa y asparaginasa.

- 5. Descarboxilación:** este proceso origina aminas, muchas de las cuales tienen una gran actividad biológica, también se utiliza como coenzima el piridoxal fosfato.

Siguiendo estos procesos se da paso al catabolismo de los aminoácidos, dejando al descubierto los *esqueletos carbonados de los aminoácidos*, su destino es la incorporación a péptidos y proteínas o su uso como precursores de otros compuestos nitrogenados, y si su aporte en la dieta es excesivo se utiliza como fuente energética o su conversión de glucosa cuando la dieta carece de carbohidratos. En todos estos casos se produce la

Tabla 8: Metabolismo de los aminoácidos esenciales, no esenciales y semiesenciales

AMINOÁCIDO	METABOLISMO
Glutamina	Se forma a partir de glutamato y amoníaco reacción catalizada por la glutamina sintetasa + ATP. Su función es transportar grupos nitrogenados desde los tejidos periféricos, siendo el aminoácido más abundante, la inserción lo transforma en glutamato.
Glutamato	Es un importante neurotransmisor, hace parte del tripeptido glutatión y los derivados del ácido fólico. La carboxilación de glutamato regula su actividad y son notable sen proteínas de la coagulación y requieren vitamina K.
Alanina	Se relaciona reversiblemente con el piruvato por la alanina aminotransferasa, se puede formar en el catabolismo del triptófano, se libera en sangre por el músculo esquelético y la mucosa intestinal, y es captada por el hígado para ser transformada en glucosa.
Asparragina	Su función metabólica es la incorporación a proteínas. El grupo amida de esta se utiliza para la unión a fracciones de oligosacáridos
Aspartato	Se relaciona reversiblemente con el oxalacetato por la aspartato aminotransferasa, interviene en la biosíntesis de bases purínicas y pirimidínicas y en la ureogénesis.
Serina	Su formación y su uso catabólico se conectan a metabolitos de la vía glucolítica, considerandose un aminoácido gluconeogénico importante, además interviene en la síntesis de cisteína, participa en la formación de glicerofosfolípidos y esfingolípidos. Su transformación en glicina es una fuente de grupos monocarbonados para la síntesis de purinas y timina.
Glicina	Se utiliza en la síntesis de numerosos compuestos nitrogenados: glutatión, creatinina, porfirinas, purinas y conjugados de los ácidos biliares. Su degradación puede dar lugar al oxalato, originando derivados del ácido tetrahidrofólico con actividad metilante o producir aminoaco utilizable en la corteza renal para la regulación del equilibrio ácido- base.
Treonina	Es un aminoácido esencial, su metabolización produce glicina + Acetil-CoA o succinil- CoA, siendo cetogénico o glucogénico.
Metionina	Es el principal donador del grupo metilo, por lo que debe ser convertido previamente en S-adenosil metionina, al metilarse en otros compuestos, se convierte en S-adenosil homocisteína que se hidroliza y se convierte en homocisteína. Esta puede ser metabolizada por dos vías diferentes, necesitando ácido fólico y vitamina B12 y la otra requiere piridoxina (B6)
Cisteína	La homocisteína se metaboliza para la formación de cisteína por la incorporación de serina. Este es un aminoácido de gran interés metabólico: es precursor de la taurína, forma parte del glutatión y la coenzima A. También tiene funciones antioxidantes, se usa en la conjugación de xenobióticos y formación de leucotrienos.
Prolina	No presenta derivados metabólicamente activos conocidos, es importante en la estructura del coláeno sobre todo su transformación postraduccional en hidroxiprolina con la vitamina C. Explicando así su papel beneficioso en la curación de las heridas

Arginina	Es un sustrato y regulador del ciclo de la urea, se utiliza en la síntesis de creatina y óxido nítrico, sirve además como almacenamiento de energía.
Histidina	La desaminación de la histidina produce el ácido urocánico importante para la fisiología cutánea. La descarboxilación de la histidina en los mastocitos produce la histamina, implicada en múltiples procesos inmunológicos.
Fenilalanina	Su principal vía metabólica es la transformación de tiosina, se realiza mediante un sistema enzimático (fenilalanina hidroxilasa).
Tirosina	Es precursora de las hormonas tiroideas, catecolaminas y melanina, también puede degradarse con fines energéticos, esto implica la ruptura del anillo aromático con la formación final de fumarato y acetoacetato.
Valina/Leucina/ Isoleucina	Comparten varias características como su estructura química, su carácter esencial y su catabolización energética en el músculo y otros tejidos periféricos. Sus dos primeras etapas son la transaminación y la descarboxilación de los cetoácidos originados. Posteriormente se realiza una degradación de los acil-CoA. Sus diferencias yacen en sus productos: Valina genera succinil- CoA, Isoleucina succinil-CoA y acetil-CoA y Leucina genera Acetil-CoA y acetoacetato. su destino metabólico es la producción de energía
Lisina	Los dos grupos nitrogenados son transferidos al α -cetoglutarato, en el hígado por medio de dos mecanismos diferentes; por el contrario en los tejidos extrahepáticos, uno de los grupos nitrogenados se separa como amoníaco, su esqueleto carbonado origina acetoacetil CoA. También se incorpora en la estructura del colágeno, y da origen a la carnitina que permite la entrada de los ácidos grasos de cadena larga en las mitocondrias.
Triptófano	Presenta una vía catabólica muy regulada, la primera enzima, triptófano oxigenasa, es inducida por cortisol en el hígado, la presencia de cantidades suficientes de este aminoácido protege a la enzima de su degradación. Su metabolismo da origen a la alanina y ácido nicotínico. También posee otra vía metabólica que da origen a la serotonina y la melatonina, importantes para la regulación del apetito y otros procesos metabólicos.

Fuente: elaborada por la autora.

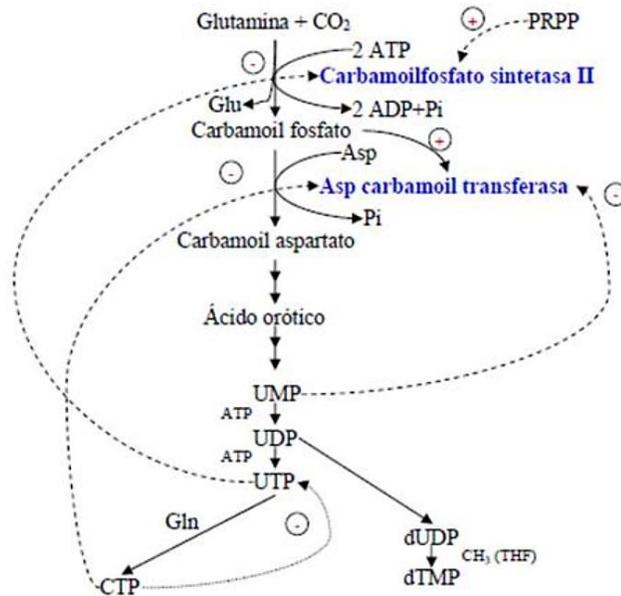
desaminación de los aminoácidos. El esqueleto carbonado restante se usa como fuente de energía o la formación de glucosa y el amoníaco se transforma en urea, estos procesos se llevan a cabo en hígado la mayoría e inclusive en la corteza renal. No todos los aminoácidos se pueden convertir en glucosa, para esto su metabolización debe llevar la producción de cetoácidos capaces de incorporarse a la gluconeogénesis, como el piruvato, α -cetoglutarato y oxalacetato. Otros tienen la capacidad de originar compuestos cetónicos, que son aquellos que llevan a la producción de acetil-CoA, como la leucina; y otros pueden originar ambos tipos de intermediarios en su metabolismo. Es importante señalar que, en una dieta hiperproteica e hipercalórica, los aminoácidos pueden originar ácidos grasos. El destino de estas cadenas carbonadas se ilustra en la **figura 19**. (5,35,41)

El **ciclo de la urea** es un proceso por el cual se metabolizan los derivados proteicos generando como producto final la urea. Si no son reutilizados los grupos amino para la síntesis de nuevos aminoácidos u otros productos nitrogenados, los grupos amino se canalizan a un único producto final de excreción. Se realiza en el hígado y representa el destino de la mayor parte de amoníaco allí canalizado, la urea pasa al torrente sanguíneo

y de ahí a los riñones donde será excretado en la orina; también se realizan la mayoría de las etapas en la mucosa intestinal, sin embargo, sus productos finales son los aminoácidos ornitina, prolina, citrulina y arginina. En la **figura 20** se observa el ciclo de la urea, realizado en los dos compartimentos intracelulares: las mitocondrias y el citosol. La regulación del ciclo de la urea se realiza a nivel de carbamilo fosfato sintetasa, además de los niveles de glutamato y el efecto positivo de la arginina. En la **tabla 8** se describen brevemente las vías metabólicas principales de cada uno de los aminoácidos. (5,41)

Los componentes nitrogenados más importantes de mencionar son los nucleótidos, que son esteres fosfato de pentosas en los que una base nitrogenada se une al carbono 1 del resto del azúcar, estos provienen de varios lugares: la síntesis de aminoácidos y otros precursores y la recuperación desde nucleósidos y núcleo-bases, estos últimos provienen de la dieta y la degradación de ácidos nucleicos (DNA y RNA), nucleótidos libres y coenzimas. Los nucleótidos son utilizados para la formación de los ácidos nucleicos, formación de coenzimas y otros derivados que intervienen en el metabolismo, en particular la síntesis de glucógeno y la de los fosfolípidos, esfingolípidos y glicoproteínas. Aquellos que no son utilizados se degradan entrando al ciclo de la urea (pirimidinas) o en ácido úrico (purinas) (5)

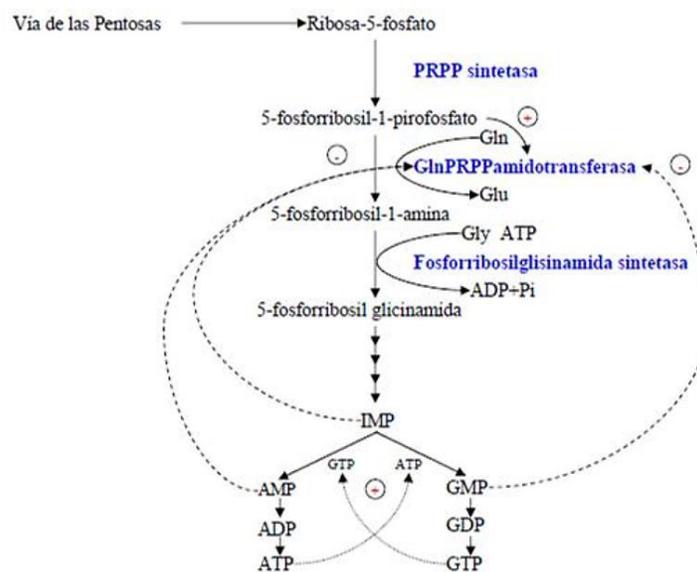
Figura 21: Biosíntesis de las pirimidinas



Tomado de <https://www.monografias.com/trabajos101/metabolismo-compuestos-nitrogenados/metabolismo-compuestos-nitrogenados2.shtml>

La biosíntesis de los nucleótidos se da gracias a las purinas, que originan adenina y guanina, y las pirimidinas, que dan origen a la citosina, el uracilo y la timina. Estos parten de los mismos precursores, pero se ensamblan de manera diferente. Las purinas utilizan la ribosa y luego los aminoácidos y las pirimidinas lo realizan, al contrario, estos procesos tienen lugar en el citoplasma celular. En ambos casos se requiere fosforribosilpirofosfato (PRPP). Tras la formación de los nucleótidos monofosfato, se lleva a cabo la fosforilación, dando muchas posibles combinaciones en las que se transfiere el fosfato entre nucleótidos, este proceso está mediado por la disponibilidad de ATP en la célula. A continuación, en la **figura 21 y 22** se expone la síntesis de purinas y pirimidinas respectivamente

Figura 22: Biosíntesis de las purinas



Tomado de <https://www.monografias.com/trabajos101/metabolismo-compuestos-nitrogenados/metabolismo-compuestos-nitrogenados2.shtml>

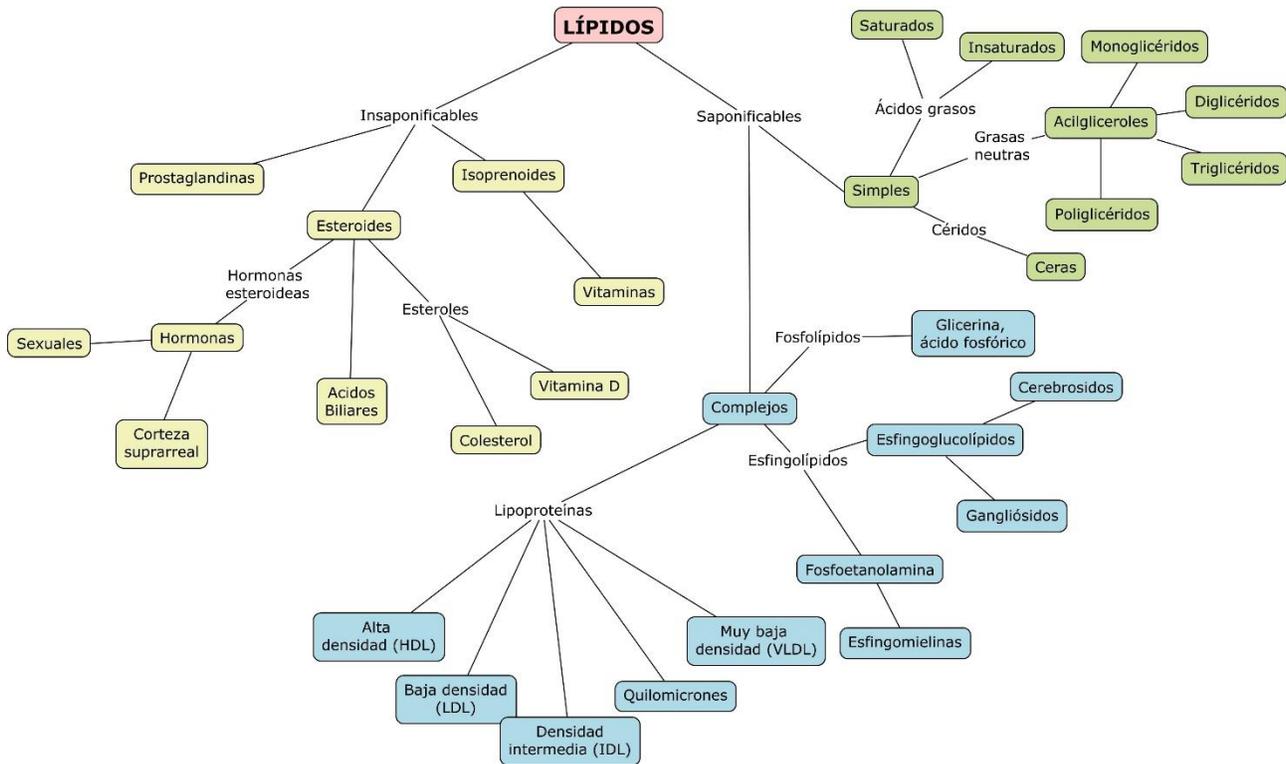
LÍPIDOS

Son compuestos químicos formados por carbono e hidrógeno y una baja proporción de oxígeno. Están constituidos mayoritariamente por triglicéridos (grasas) y pequeñas cantidades de otros lípidos complejos como los fosfolípidos, colesterol y otros componentes (ceras, glicolípidos, vitaminas liposolubles, etc.). Sus funciones más importantes son servir como fuente de energía metabólica, proveer de elementos estructurales para las membranas celulares, son fuente de agentes emulsionantes, la absorción de los triglicéridos, lubricantes de superficies corporales gracias a las glándulas

sebáceas, funcionan vehículo de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), y ser precursoras de hormonas y otras moléculas de señalización celular (ej. eicosanoides, factor activador de plaquetas). Todas estas funciones requieren diferentes clases de lípidos que difieren ampliamente en su estructura.

Los triglicéridos desempeñan una función vital en el metabolismo como sustancias fundamentales para el almacenamiento de energía en el organismo. El 85% de energía en el hombre adulto se almacena en forma de triglicéridos en el tejido adiposo, la leche materna siendo la fuente de energía más importante en el neonato representa el 55% de la energía total. Los lípidos representan el 20-25% de la ingesta total de energía. (38) Cuando el contenido calórico de la dieta excede los requerimiento energéticos del sujeto, los carbohidratos y algunos aminoácidos pueden ser transformados en ácidos grasos y esterificados con glicerol para transformarse en triglicéridos, siendo una forma eficiente de

Figura 23: Clasificación de los lípidos



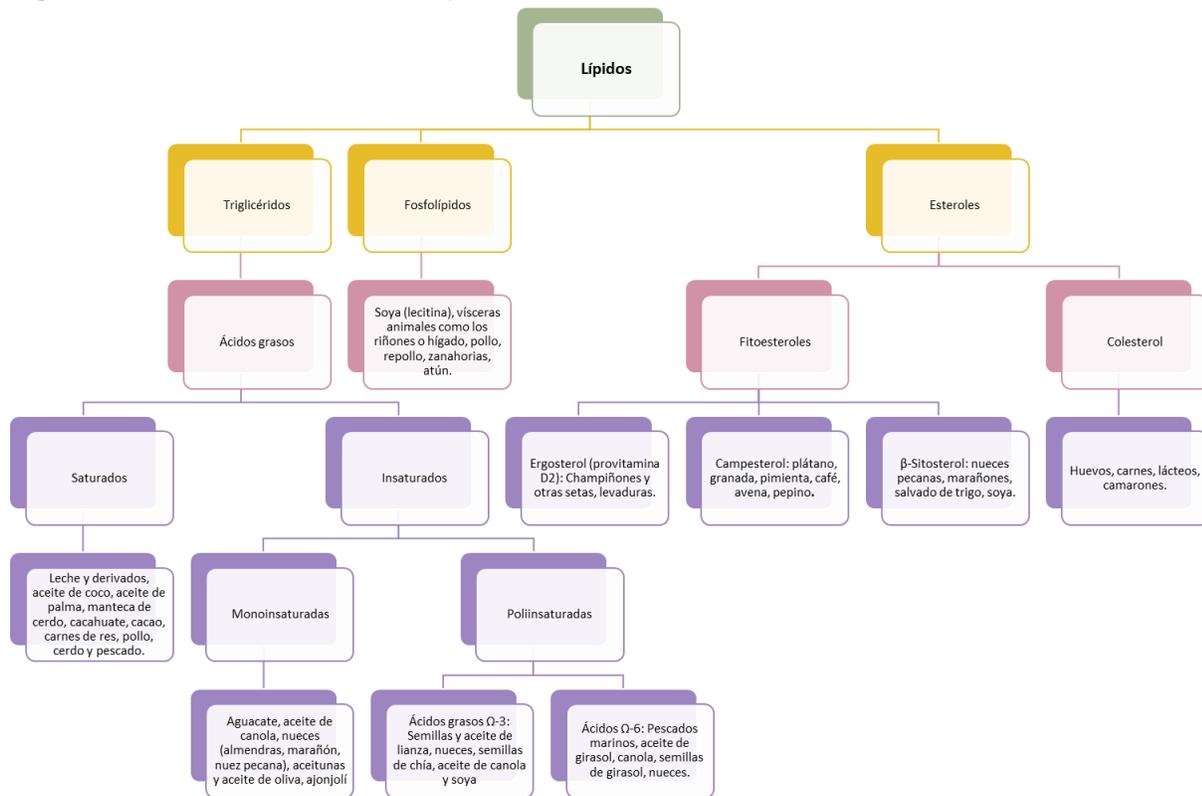
Fuente: elaborada por la autora.

almacenar energía ya que también requieren poca agua para su acumulación (1g de agua/g de triglicérido vs. g agua/g de sustancia seca para la formación de glucógeno). Por su parte, su papel en el mantenimiento estructural de las membranas plasmáticas y

subcelulares se debe gracias a los componentes fundamentales de estas: los fosfolípidos, glicolípidos y el colesterol. (5,41)

En la **figura 23** se observa la clasificación de los lípidos. En la **figura 24** se describen algunas fuentes alimentarias según el tipo de lípidos necesarios para el organismo. Existe un grupo el cual se recomienda limitar su consumo debido a la relación con un alto riesgo cardiovascular entre otros que son las *grasas trans* que se encuentran en los productos de pastelería, margarina, papas fritas, galletas y otros alimentos procesados. (5,35,41,42)

Figura 24: Fuentes alimentarias de lípidos



Fuente: elaborada por la autora.

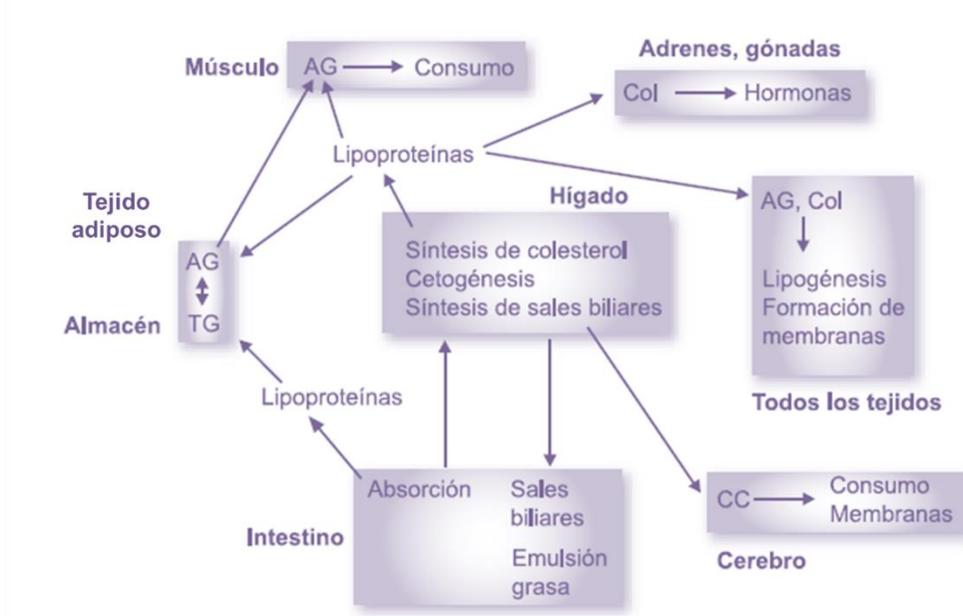
Metabolismo de los lípidos

Los lípidos en su gran mayoría son transportados por medio de las **lipoproteínas** permitiendo que una gran cantidad de ácidos grasos sean llevados en forma de **triglicéridos** y como lípidos no polares en cantidades muy significativas a comparación de la albúmina, que es una proteína que también puede transportar ácidos grasos, pero no es tan efectiva como las lipoproteínas. (5,35) Más adelante se habla de la absorción de los lípidos en el **capítulo 4.1**. En la **figura 25** se observa un panorama general del

metabolismo de los lípidos que a continuación se profundizará en el transporte de los lípidos y el metabolismo de cada uno de ellos.

a. Metabolismo de las lipoproteínas: las lipoproteínas son partículas que contienen lípidos no polares en el interior de una membrana formada por proteínas y lípidos

Figura 25: Panorama del metabolismo lipídico.



AG: Ácidos grasos; TG: triglicéridos, Col: colesterol, CC: cuerpos cetónicos

Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.12. Pág. 402*

polares y apolares, dentro de estos se encuentran triglicéridos y colesterol esterificado; en la superficie por el contrario se encuentran fosfolípidos, colesterol no esterificado y proteínas. Se clasifican según la densidad, que depende de la cantidad relativa de lípidos y proteínas en la partícula, si son de baja densidad significa que son ricas en lípidos y de alta densidad significa que son ricas en proteínas. Cada una de estas tiene una función: los *quilomicrones (QM)* y las *VLDL* transportan triglicéridos, y la *LDL* transporta colesterol; la *HDL* se encarga de la transferencia, transporte y esterificación del colesterol. (5)

En el momento que los lípidos de la dieta son absorbidos a nivel intestinal dentro del enterocito, se unen a diferentes apolipoproteínas (Apo B) en el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi, dando origen a los QM, este se sintetiza con el fin de transportar los lípidos mediante la linfa para alcanzar el torrente sanguíneo, su tamaño depende de la cantidad de grasa absorbida y la composición de ácidos grasos de los triglicéridos

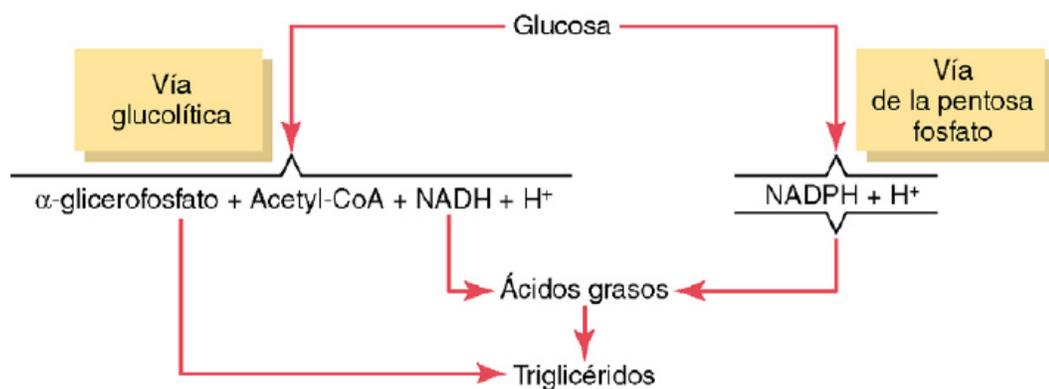
consumidos en la dieta. En la sangre los QM adquieren Apo E, que sirve como ligando para la eliminación posterior del remanente del QM, y Apo C-II, activador de LPL, a partir del HDL maduro. Llegando al endotelio de tejidos extrahepáticos, músculo, glándula mamaria y tejido adiposo sufren de una extensa lipólisis gracias a lipoproteína lipasa (LPL), ubicada en la superficie luminal de los capilares, esta genera la hidrólisis de los triglicéridos liberando a estos tejidos el 70 a 90% de ácidos grasos, siendo captados por las células musculares y los adipocitos. Los remanentes de quilomacrón que quedan después de la lipólisis se endocita en hígado por el receptor de LDL, este proceso es mediado por Apo-E y la lipasa hepática, hidrolizando los triglicéridos y los fosfolípidos de la partícula remanente.(5,43)

Los VLDL son producidos en el hígado en el retículo endoplásmico y Golgi ensamblando los lípidos endógenos, en su mayoría triglicéridos, con distintas lipoproteínas como son Apo B100, su producción depende de la disponibilidad de los triglicéridos y las Apo B; los triglicéridos hepáticos provienen de ácidos grasos libres provenientes de la lipólisis en el tejido adiposo, la captación hepática de remanentes de VLDL y de QM y la lipogénesis hepática, cualquier condición que aumente el flujo de ácidos grasos aumenta la producción de VLDL, como la obesidad visceral, diabetes mellitus o prediabetes. En el endotelio de los tejidos extrahepáticos, se produce la hidrólisis de las VLDL por LPL originando su remanente IDL, esta tiene dos destinos metabólicos: ser tomada y catabolizada por el hígado, tener un proceso similar a los QM o permanecer en circulación y dar origen a LDL por medio de dos enzimas la lipasa hepática que la despoja de los triglicéridos y la proteína transferidora de esteroides de colesterol (CETP) que permite captar colesterol esterificado a partir de HDL.(5,43)

La LDL tiene entonces dos destinos posibles: ser captada por el hígado (70%) o por los tejidos extrahepáticos (30%), en ambos casos la LDL es endocitada por el receptor LDL que reconoce Apo B. Estas son las encargadas de transportar colesterol a las células que presenten receptores Apo B/E, las que no son captadas quedan circulando en el torrente sanguíneo y son fagocitadas por los macrófagos. Todas las células del cuerpo tienen la capacidad de expresar el receptor, siempre y cuando sean requeridas para el mantenimiento de sus membranas, sino se necesita se suprime para evitar la concentración de colesterol intracelular impidiendo la rigidez secundaria al colesterol no esterificado. (5,41,43)

La procedencia de HDL es diversa, esto se debe a que estas lipoproteínas son agrupaciones de lípidos con apoproteínas y enzimas de diversos orígenes, la mayoría proceden del hígado, aunque hay otras que proceden del intestino como las Apo A-I naciente, pre β - HDL o HDL naciente. Esta proteína es secretada y capta fosfolípidos y colesterol por medio de la proteína ABCA1 del hígado, y de las células extrahepáticas originando Apo A-I pobre en lípidos que presenta una forma discoidal. Esta se transforma en una partícula esférica por la acción de la enzima Lecitin-colesterol-aciltransferasa (LCAT) al convertir el colesterol libre en esterificado, convirtiéndose en HDL madura. Esta molécula es capaz de captar el colesterol de células extrahepáticas para convertirlo en colesterol esterificado gracias a ABCG-1, LCAT y SRBI aumentando su tamaño con la adherencia de partículas de colesterol. También intercambia colesterol por triglicéridos con otras lipoproteínas y fosfolípidos con la VLDL. En el hígado, por acción de la lipasa hepática puede darse una conversión de HDL2 a HDL3 originando el ciclo de las HDL maduras, este se hidrolizan los triglicéridos y la lipasa endotelial los fosfolípidos de la HDL madura, puede liberarse Apo A-I que tiene dos destinos: la unión de lípidos por acción de ABCA1, siendo reservada a nivel hepático e intestinal, o ser

Figura 26: Síntesis de ácidos grasos y triglicéridos



Tomado de *Fisiología de Guyton 11e. Cap. 68. Pág.824*

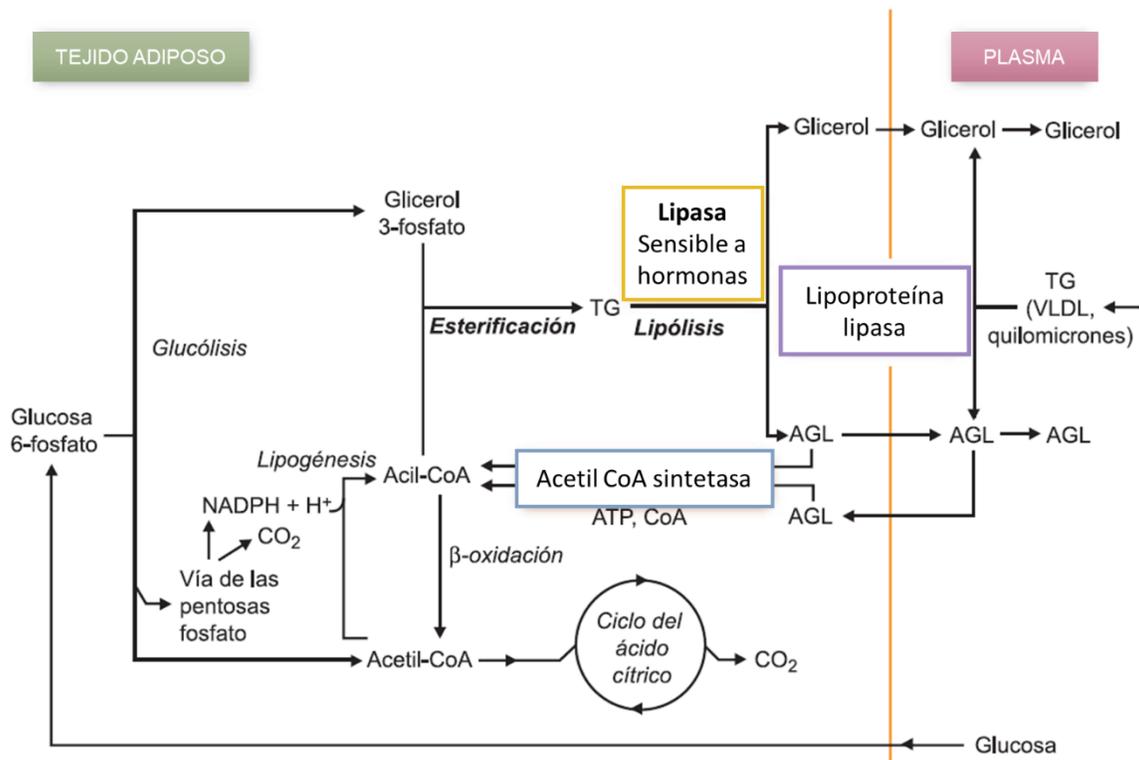
excretada vía renal. En el hígado la HDL interactúa con SR-BI y descarga su contenido de colesterol esterificado o sufre hidrólisis de triglicéridos; acto seguido se desprende HDL para retornar al torrente sanguíneo para reiniciar un nuevo ciclo.(5,43)

b. Metabolismo de los triglicéridos: También llamados grasas neutras, los triglicéridos son ésteres de glicerol sin carga eléctrica y su función principal es actuar como depósitos de energía altamente concentrada. Su síntesis se da

fundamentalmente en el intestino, hígado y tejido adiposo, su punto de partida es el ácido fosfatídico, que por acción de la sintetasa pierde el fosfato e incorpora otros ácidos grasos formando diacilgliceroles o triacilgliceroles. Estos son sintetizados en intestino e hígado para exportar a otros tejidos, mientras que en el tejido adiposo se sintetiza para ser almacenado.(5,41)

La síntesis de este en el **intestino** se da a partir de los ácidos grasos de los triglicéridos ingeridos, es decir, posterior a la hidrólisis de los triglicéridos dietarios en el lumen intestinal vuelven a unirse en el enterocito, esto se debe a que los triglicéridos no pueden ser absorbidos por el enterocito, pero los ácidos grasos y el glicerol, sí. En el **hígado**, su formación se da gracias a los ácidos grasos sintetizados de novo a partir de los intermediarios del metabolismo de los glúcidos, así el exceso de glucosa ingerido se usa para la síntesis de triglicéridos (**figura 26**). (5,41)

Figura 27: Metabolismo de los triglicéridos en el tejido adiposo



AGL: Ácidos grasos libres; TG: triglicéridos, CoA: coenzima A
 Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.12. Pág. 404*

Los triglicéridos en **plasma sanguíneo** son eliminados por la acción de la lipoproteína lipasa de los endotelios vasculares, este cataliza la degradación del triglicérido pasando por intermediarios, finalmente transformándolo en ácidos grasos libres y glicerol, estos

ácidos grasos serán transportados unidos a la albúmina y la mayoría son incorporados a los tejidos. En el **tejido adiposo** las células acumulan en su citoplasma los triglicéridos, estas están especializadas en su síntesis, almacenamiento, hidrólisis y movilización en el torrente sanguíneo como combustibles a otros tejidos. El metabolismo en tejido adiposo de los triglicéridos se resume en la **figura 27**. (5,41)

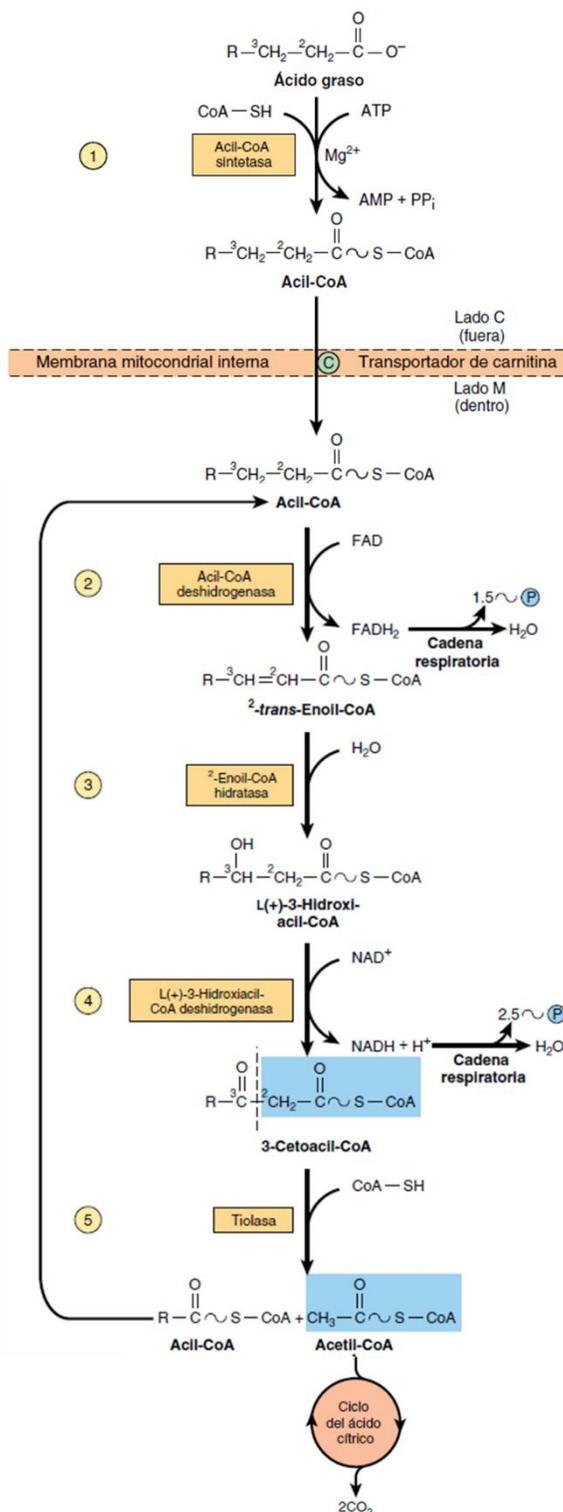
Un tejido muy especial que funciona como el depósito de triglicéridos es **tejido adiposo marrón** o **grasa parda**, es abundante en lactantes sin embargo está presente en adultos, se encuentra en las escápulas la nuca y en los grandes vasos torácicos; estos depósitos están inervados por fibras simpáticas del SNA cuya estimulación produce descarga de noradrenalina que favorece la lipólisis y la síntesis de lipoproteína lipasa, esta se encarga de usar los triglicéridos de las lipoproteínas circulantes y aumenta la oxidación de la grasa en las mitocondrias (razón por lo que se denomina parda), lo que no causará formación de ATP sino la producción de calor. (5,41)

c. Metabolismo de los ácidos grasos: estos se encargan de dar muchos productos de interés, por lo que son sintetizados en todos los tejidos. Los ácidos grasos son combustibles como la glucosa, con la ventaja que proporcionan más energía y se sintetizan cuando existe abundancia. Son transportados por la carnitina hasta la matriz mitocondrial donde se realiza la oxidación de los **ácidos grasos saturados**. La β -oxidación mitocondrial es el proceso de oxidación de los ácidos grasos para la obtención de energía, sobre todo en el músculo cuando escasea la glucosa; también se produce en el hígado para producir cuerpos cetónicos que serán exportados a los tejidos y consumidos cuando escasea la glucosa. En la **figura 28** se grafica el proceso de la β -oxidación, donde se observa como la acil-CoA de cadena larga para por ciclos a través de 2 a 5 y en cada ciclo, la tiolasa separa acetil-CoA (reacción 5), cuando el radical acilo solo tiene cuatro átomos de carbono de longitud, se forman moléculas de acetil-CoA en la reacción. También se describe el proceso de oxidación a nivel de los microsomas y de los peroxisomas, donde solo se pueden oxidar ácidos grasos de cadena larga, aquí se oxidan los **ácidos grasos insaturados y poliinsaturados**, además de los eicosanoides y las prostaglandinas.

Los cuerpos cetónicos son el acetoacetato y el hidroxibutarato, que se sintetizan a partir de las unidades de dos carbonos que se producen en la degradación de los ácidos grasos o de la oxidación de ciertos aminoácidos (fenilalanina, tirosina, lisina, isoleucina y triptófano). La cetogénesis (**figura 29**) ocurre cuando las unidades acetilo no pueden introducirse al ciclo de Krebs, cuando disminuye el oxalacetato, el acetil-CoA se deriva hacia HMG-CoA y de este a la formación de cuerpos cetónicos; entonces esta sucede cuando la degradación de los ácidos grasos no puede completarse ya sea porque la cantidad de ácidos grasos se oxida es enorme o porque escasea la glucosa. Estos no son solo una fuente de energía, también sirven para la síntesis de ácidos grasos y el colesterol. La circulación de cuerpos cetónicos se ve aumentada en la inanición y en condiciones patológicas como la diabetes en situaciones de estrés.

La **biosíntesis de ácidos grasos** se realiza principalmente por el hígado, se construye por adición secuencial de unidades de dos átomos de carbono, el dador es el malonil-CoA, que

Figura 28: La β -oxidación de ácidos grasos



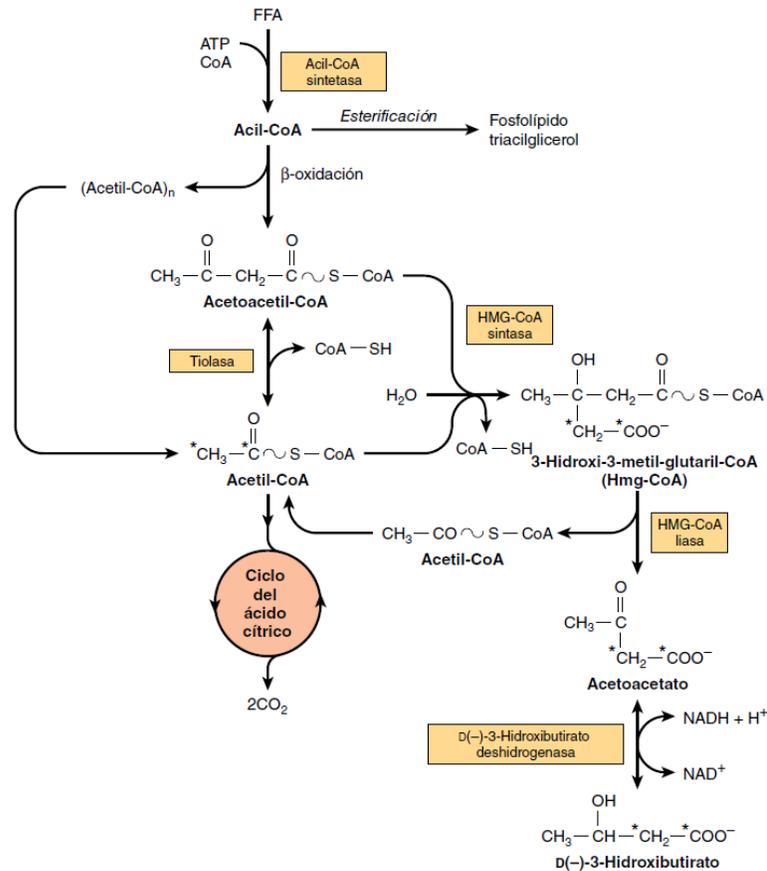
Tomado de *Harper bioquímica ilustrada 30ª edición. Capítulo 22. Pág. 225*

que

resulta de la carboxilación de acetil-CoA, que requiere biotina formando parte de la enzima. Los procesos fundamentales son la fusión, con la descarboxilación de malonil-CoA y acetilo para originar acetoacetilo, la reducción, la deshidratación y la reducción posterior para originar butírico, el proceso finaliza con la síntesis de palmitato, a partir de este se forman ácidos grasos de cadena más larga y ácidos grasos insaturados. La desaturación la llevan a cabo complejos enzimáticos de membrana denominados desaturasas. En la **figura 30** se ilustra el proceso de biosíntesis de ácidos grasos de cadena larga.

Existen tres series o familias de ácidos grasos según la posición de sus enlaces: el ácido oleico (omega 9), ácido linoleico (omega 6) y el ácido α -linoleico. Estos ácidos grasos no son producidos en el organismo por lo que deben ser ingeridos en la dieta. A partir de estos se pueden sintetizar otros ácidos grasos como el araquidónico, del que derivan las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos, hormonas locales importantes

Figura 29: Cetogénesis

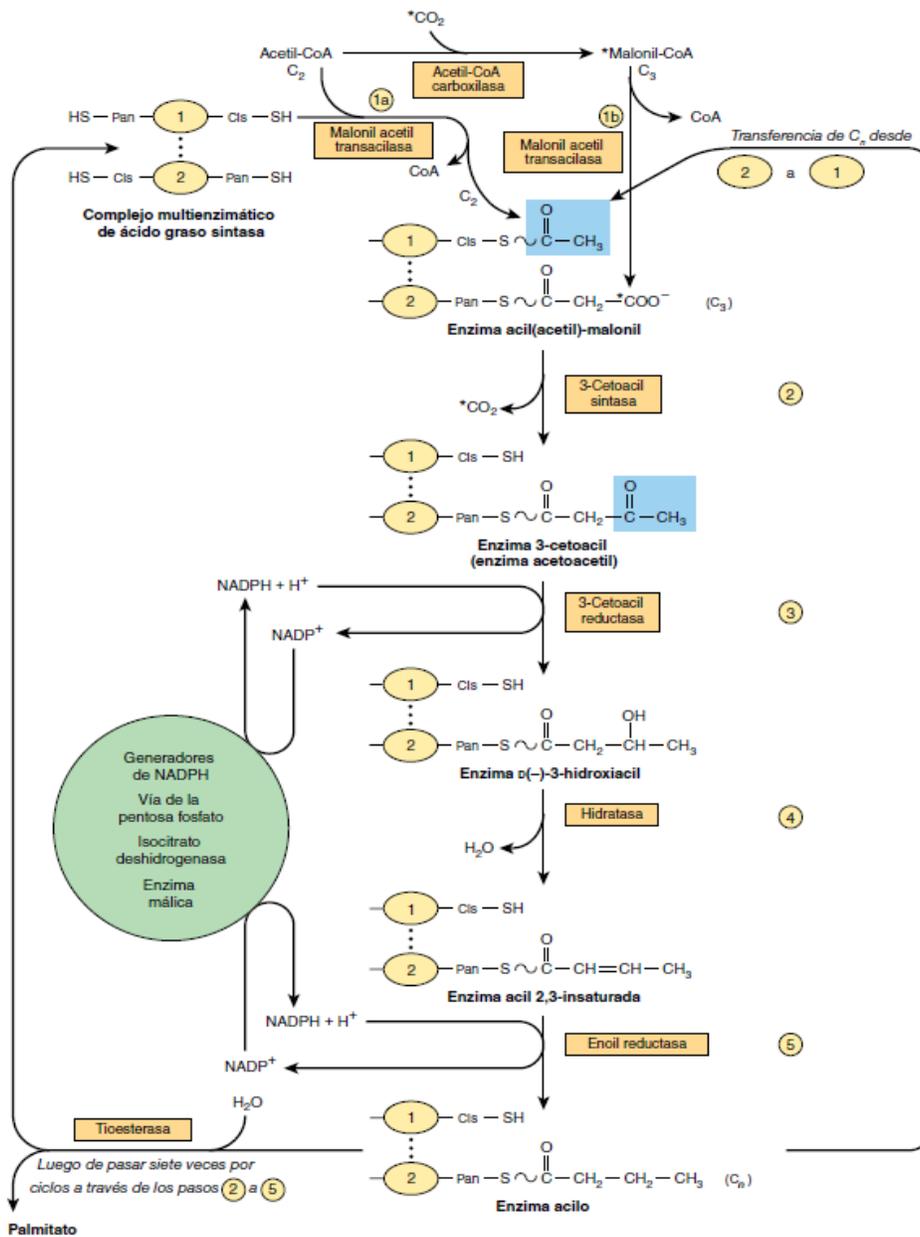


Tomado de *Harper bioquímica ilustrada 30ª edición. Capítulo 22. Pág. 228*

en la respuesta inmune. La regulación del metabolismo de los ácidos grasos se debe a

la grasa de la dieta, ya que reduce, por ejemplo, la transcripción de enzimas lipogénicas como la acetil-CoA carboxilasa y el complejo de la ácido graso sintetasa. El consumo

Figura 30: Síntesis de ácidos grasos de cadena larga



Tomado de Harper bioquímica ilustrada 30ª edición. Capítulo 23. Pág. 235

de azúcar excesivo, una vez superada la capacidad de almacenamiento en forma de glucógeno en el hígado, se transforma en ácidos grasos y triglicéridos, provocando problemas de salud como la obesidad y el hígado graso. (5,41)

d. Metabolismo del colesterol: a diferencia de otros lípidos el colesterol no se descompone en sus elementos, es decir que no se destruye, teniendo una importante repercusión en la formación de ateromas. Su síntesis se realiza en la mayoría de los tejidos, sin embargo, el hígado es el encargado de suministrar el colesterol a los tejidos por medio de las lipoproteínas, la entrada de este a los tejidos extrahepáticos inhibe su síntesis. El consumo de colesterol en la dieta inhibe su síntesis en el hígado, convirtiéndose en el encargado de determinar las necesidades de colesterol en el organismo. (5,41)

La síntesis de colesterol tiene lugar a partir del mismo punto desde donde se sintetizan los cuerpos cetónicos: HMG-CoA. Inicia con la formación de ácido mevalónico por acción de la enzima HMG-CoA reductasa. El mevalónico se convierte en isopreno activo en reacciones sucesivas. Posteriormente, seis isoprenos se condensan para formar escualeno en varias reacciones sucesivas, finalmente el escualeno se recicla para originar el colesterol. (5,41)

Por otro lado, el hígado produce la bilis donde se elimina el colesterol y el principal producto de su degradación: las sales biliares. Estas se forman por la hidroxilación del núcleo y modificación de la cadena lateral del colesterol, estas se llevan a cabo por las enzimas del sistema P-450. De estos se forman principalmente los ácidos quenodesoxicólico y cólico (ácidos biliares primarios). Éstos se transforman en

Tabla 9: Hormonas esteroides

HORMONA	TEJIDO DE SÍNTESIS	FUNCIONES
Progesterona	Cuerpo lúteo	Factor de diferenciación de la glándula mamaria, mantenimiento del endometrio uterino
Estradiol	Folículo ovárico, cuerpo lúteo, células de Sertoli	Regulación de gonadotropinas en el ciclo ovárico, mantenimiento del endometrio uterino, diferenciación de la glándula mamaria
Testosterona	Células de Leydig, glándula suprarrenal, ovarios	Producción de proteínas del esperma, características sexuales secundarias
DHEA	Glándula suprarrenal	Inhibe la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa, regula las coenzimas NAD
Cortisol	Glándula suprarrenal	Aumenta el glucógeno hepático, inhibe los linfocitos T, incrementa la presión sanguínea
Aldosterona	Glándula suprarrenal	Absorción de sodio, aumenta la presión sanguínea y la volemia
1,25-dihidroxi Vitamina D	Riñón	Eleva la absorción de calcio y fosfato, induce a la proteína de unión al calcio

Tomado de Tratado de Nutrición Tomo I. Capítulo 1.12. Pág. 423

derivados activos con la coenzima A, pudiendo reaccionar con los aminoácidos glicina o taurina para formar las correspondientes sales biliares, por ejemplo, glicocolato y taurocolato. Las sales biliares y el colesterol liberado al intestino sufren un proceso de reabsorción en el intestino delgado; el colesterol se confunde con la absorción del colesterol de la dieta, las sales biliares sufren una modificación por la microbiota, que eliminan el hidroxilo 7 dando lugar a los derivados desoxicolatos o sales biliares secundarias, y se absorben en el tramo final del intestino a excepción del litocolato. El papel de las sales biliares es emulsionar las grasas y facilitar su digestión, además de emulsionar el colesterol biliar, en su ausencia se facilita la formación de cálculos biliares. (5,41)

Diversos tejidos transforman el colesterol en hormonas esteroideas y el calcitriol que es derivado de la vitamina D; los esteroides son hormonas que actúan uniéndose a factores de transcripción para regular la expresión de muchos genes en los tejidos diana. Las transformaciones del colesterol que originan los esteroides hormonales consisten en la hidroxilación y la modificación de la cadena lateral, el núcleo de ciclopentano perhidrofenantreno no puede modificarse, este proceso está mediado por las enzimas P450. En la **tabla 9** se describen las hormonas esteroideas y sus características más importantes. Todas las hormonas presentan estructuras muy parecidas con efectos muy distintos y sus receptores pertenecen a una misma familia con una distintiva capacidad de discriminación, puesto que se pueden reconocer más de una hormona. (5,41)

Los tejidos esteroideogénicos usan el colesterol que les llega de LDL y HDL, de este colesterol se forman la pregnenolona y la progesterona en todos los tejidos esteroideogénicos, además de las transformaciones específicas de cada tejido. Los productos liberados al plasma son muy variados, por ejemplo, la glándula suprarrenal libera cortisol, aldosterona, dehidroepiandrosterona (DHEA), mínimas cantidades de androstenediona y testosterona. Estas hormonas circulan en la sangre unidas a proteínas como la globulina fijadora de cortisol (CBG), la globulina fijadora de hormonas sexuales (SHBG), albúmina o proteína de fijación de andrógenos. (5,41)

e. Metabolismo de los fosfolípidos y esfingolípidos: los fosfolípidos, esfingolípidos y otros lípidos como los plasmalógeos forman parte de las membranas. Sus estructuras muestran una parte polar y otra apolar, lo que les brinda la capacidad de formar

membranas celulares. El punto de partida para su síntesis es el ácido fosfatídico, sintetizado en el retículo endoplásmico y en la membrana mitocondrial externa a partir del glicerol fosfato y los ácidos grasos. El glicerol fosfato procede de la dihidroxiacetona de la glucólisis y del glicerol; la pérdida del fosfato del ácido fosfatídico origina diacilglicerol el cual se utiliza tanto para la síntesis de fosfolípidos como de triglicéridos. (5,41)

La síntesis de fosfolípidos requiere de diacilglicerol y un alcohol, siendo mediado por CTP-etanolamina o CDP-colina en todos los casos, la fosfatidilcolina se puede obtener de la fosfatidiletanolamina, existiendo dos vías para la síntesis de este fosfolípido, el más común de las membranas. Otro ejemplo es la cardiolipina que se forma a partir del fosfatidilglicerol, que se sintetiza a partir del CDP-diacilglicerol y el glicerol-3-fosfato, esta participa en la estructura y función mitocondrial. (5,41)

Los esfingolípidos se sintetizan a partir de la esfingosina, un derivado del ácido palmítico y la serina; para la formación de esfingosina se requiere el aporte dietético de piridoxal fosfato. Tras unir un ácido graso, se forman las ceramidas, compuestos muy parecidos estructuralmente al diacilglicerol; un aporte posterior de un alcohol como la colina origina la esfingomielina. Estos, a diferencia de los fosfolípidos, pueden contener azúcares dando origen a los cerebrósidos que poseen una única molécula de glucosa o galactosa, también los gangliósidos que poseen una cadena azucarada que determina una estructura específica. Esta adición de glucosas se debe gracias a la acción de la glicosil transferasas. La variabilidad en la composición de ácidos grasos que componen los lípidos de membrana depende de los ácidos grasos disponibles y estos a su vez de la dieta. (5,41)

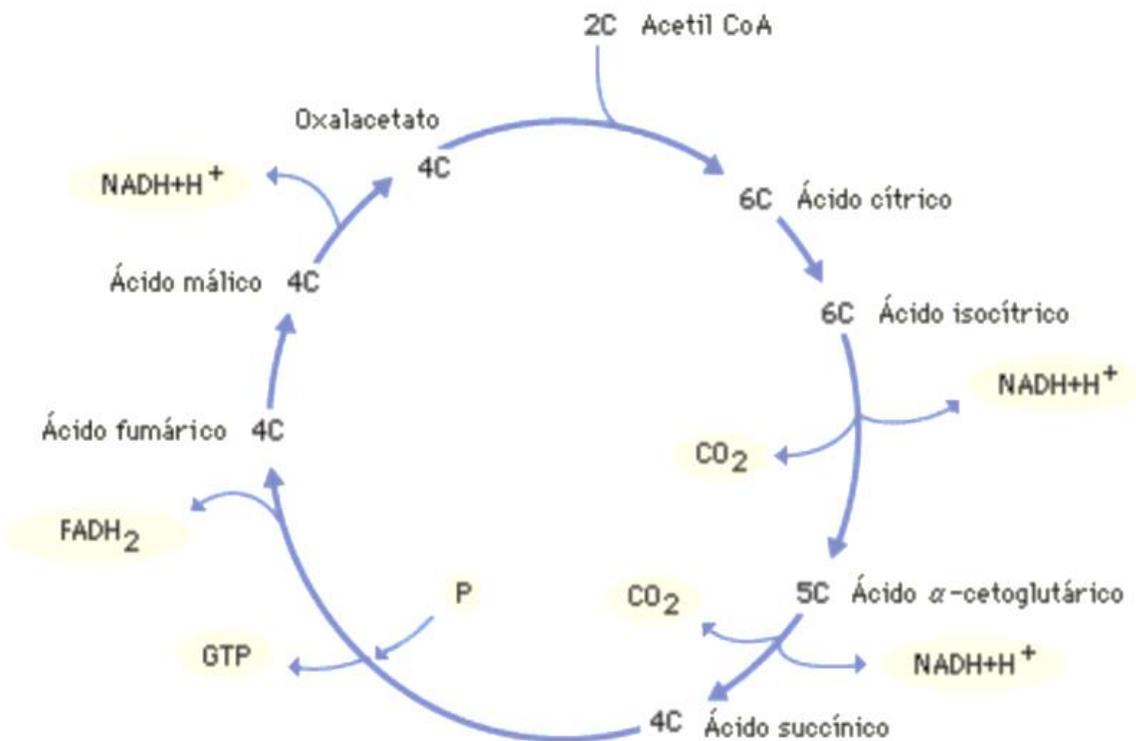
Los lisosomas son orgánulos subcelulares heterogéneos que se encargan de destruir los lípidos de membrana gracias a su contenido de enzimas hidrolíticas como las lipasas, fosfatasas, sulfatasas, fosfolipasas, además de muchas otras hidrolasas, excepto por el colesterol. Este proceso permite el mantenimiento de las membranas celulares gracias a la remodelación de estas. (5,41)

Como se revisó previamente, el metabolismo de los macronutrientes genera productos que van al **ciclo de Krebs** encargado unificando su proceso metabólico. Esta vía hace parte de la respiración celular donde se oxida acetil-CoA, derivado de los carbohidratos, los

lípidos y las proteínas, generando como productos finales CO_2 y energía química en forma de ATP, importante para muchos procesos metabólicos celulares, este ciclo se realiza en la mitocondria de las células aerobias. Se lleva a cabo por ocho enzimas que oxidan el acetato llevándolo a sus productos finales.

En la **figura 31** se resume todo el proceso metabólico del ciclo de Krebs. Existen otras vías para la obtención de energía (ATP) a partir de la dieta, entre ellos está la **fosforilación oxidativa**, que se encarga de la producción de aproximadamente el 90% de la energía celular en forma de ATP. Otra de las vías es la fosforilación a nivel del sustrato, que es una reacción química que se define como la producción de ATP a partir de ADP combinada a una transformación enzimática de un sustrato.

Figura 31: Ciclo de Krebs



Tomado de http://fcfb.umsa.bo/c/document_library/get_file?uuid=9d8c65b2-dfc4-47ed-829b-4278cb7b14ff&groupId=207688011

3.2 Micronutrientes

Los micronutrientes son las vitaminas y los minerales (**figura 9**), son elementos químicos esenciales en los seres vivos y se requieren en pequeñas cantidades para ejercer funciones metabólicas y fisiológicas para el mantenimiento de la salud, como es la síntesis

de enzimas para la regulación de muchos procesos metabólicos, mantenimiento del tejido óseo. A continuación, se describirá cada uno de estos, sus características principales, sus funciones específicas y su metabolismo.

VITAMINAS

Se definen como compuestos orgánicos que son necesarios en la dieta para el mantenimiento de las funciones corporales fundamentales (crecimiento, desarrollo, metabolismo e integridad celular); estos no son catabolizados para la obtención de energía a comparación de los macronutrientes, por lo que su consumo es necesario en pequeñas cantidad.

Tabla 10: Funciones y fuentes de las vitaminas

VITAMINA	FUNCIONES	ALIMENTOS
Vitamina C (ácido ascórbico)	Funciona como cofactor de reacciones metabólicas que requieren cobre o hierro reducido, antioxidante intra y extracelular, la hidroxilación del colágeno, biosíntesis de la carnitina, hormonas y aminoácidos. Evita la oxidación de LDL por metales causante de la aterosclerosis.	Soja, guayaba, coles, perejil, pimiento, cítricos, kiwi, papaya, coliflor, brócoli.
Vitamina B1 (Tiamina)	El TPP funciona como coenzima en la formación de Acetil-CoA, Succinil-CoA, participa en la formación de actil colina	Cereales, levadura de cerveza y legumbres secas. Carnes e hígado se encuentra TPP de origen porcino preferiblemente.
Vitamina B2 (Riboflavina)	Participa en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y aminoácidos por medio de las coenzimas FAD y FMN unidas a las flavoenzimas encargadas de catalizar redox.	Leche, pescado, huevos, vísceras y vegetales verdes
Vitamina B3 (Niacina)	NAD y NADP participan en múltiples procesos redox en el metabolismo de los macronutrientes. Colabora con enzimas mitocondriales en la cadena respiratoria	Vísceras, pescados, harinas y leguminosas, maíz y cereales
Vitamina B5 (ácido pantoténico)	La ACP interviene en la biosíntesis de ácidos grasos, la acil-CoA que participa en el metabolismo de teglicéridos y lípidos complejos	Se encuentra en todos los alimento, destacando las carnes, los cereales y las leguminosas
Vitamina B6 (piridoxina)	Interviene en el metabolismo de los aminoácidos, participa en el catabolismo del glucógeno, modula la acción de cortisol y otros esteroides, propiedades inmunoestimulantes	Abundante en los alimentos especialmente en el hígado, leguminosas, frutos secos y plátanos
Vitamina B8 (biotina)	Es una coenzima de carboxilasas, clave en el ciclo de Krebs, gluconeogénesis, biosíntesis de ácidos grasos, degradación de leucina y síntesis de succinil- CoA	Se encuentra en todos los alimentos y es sintetizada por la microbiota intestinal. Los alimentos más ricos en este son el hígado y la yema de huevo.
Vitamina B9 (ácido fólico)	Ayuda a la formación de glóbulos rojos, crecimiento y desarrollo del tubo neural en el embarazo, producción de ADN y mantenimiento de los tejidos	Verduras y hortalizas (espinacas y acelgas preferiblemente), remolacha, coles, arveja, garbanzo, naranja, melón, plátano, almendras, avellanas y aguacate
Vitamina B12 (cianocobalamina)	Actúa en el metabolismo de las proteínas y colabora en la formación de glóbulos rojos, participa en el mantenimiento del sistema nervioso central	Se encuentra en los productos animales, ya que las plantas no lo requiere. Hígado, riñones, sesos, mariscos, yema de huevo, pescado, lácteos y cárnicos.

VITAMINAS HIDROSOLUBLES

VITAMINAS LIPOSOLUBLES		
Vitamina E (tocoferol)	Antioxidante efectivo en la protección de los ácidos grasos insaturados, estabiliza y protege de la oxidación a las membranas celulares y subcelulares, agregación plaquetaria, evita la hemólisis, inhibe la actividad de creatin kinasa	Aceite de germen de trigo, semillas de girasol, aceite de hígado de bacalao, aceite de oliva virgen, mayonesa, harina de maíz, nueves, pistachos y cacahuates, margarina, atún
Vitamina K	Intervienen en la coagulación sanguínea por la carboxilación de residuos de glutamato en proteínas como la protrombina, factor VII, IX, X y proteínas C, S y Z	La filoquinona es abundante en verduras y leguminosas, la menaquinona se encuentra en el hígado y es sintetizada por la microbiota.
Vitamina A (retinol)	Hace parte de las opsinas en los conos y bastones retinales, crecimiento y diferenciación celular, metabolismo óseo, desarrollo dental, espermatogénesis, embriogénesis, hematopoyesis, factor de crecimiento de linfocitos B, NK y T	Leche, carne, huevos (ácidos grasos), hígado, aceites de pescado, mantequilla, verduras de hoja oscura y hortalizas muy pigmentadas.
Vitamina D (Calciferol)	Mantenimiento de la homeostasis mineral, formación de hueso, resorción ósea, regulación de inflamación, neuroprotección, regulación de sistema renina-angiotensina, mantenimiento celular	Fuente endógena por exposición solar para vitamina D3, abundante en productos animales como pescados, grasas, huevos, carne bovina, mantequilla y aceites vegetales.

Fuente: elaborada por la autora.

Las vitaminas incluyen ocho sustancias del denominado complejo B (tiamina, riboflavina,

Tabla 11: Metabolismo de las vitaminas

VITAMINA	METABOLISMO
Vitamina C (ácido ascórbico)	Actúa como cofactor en numerosas reacciones que requieren cobre o hierro reducido, además como antioxidante hidrosoluble que actúa intra y extracelularmente. Los productos de su oxidación de la vitamina. Dona un electrón a ocho enzimas humanas: tres participan en la hidroxilación del colágeno, elastina, fibronectina, proteoglicanos, dos en la biosíntesis de carnitina y tres en la síntesis de hormonas y aminoácidos. También participa en la hidroxilación de dopamina a noradrenalina
Vitamina B1 (Tiamina)	El pirofosfato de tiamina participa como coenzima en algunas reacciones clave del metabolismo de los hidratos de carbono: descarboxilación oxidativa del piruvato (formación de acetil-CoA), descarboxilación oxidativa del α-cetoglutarato, transketolaciones en la vía de las pentosas fosfato
Vitamina B2 (Riboflavina)	Participa en la formación de derivados coenzimáticos en casi todos los tejidos, especialmente en el hígado, riñón y miocardio: el hígado es su sede de metabolización degradativa. Sus coenzimas FMN y FAD ejercen funciones de transporte electrónico a través de procesos de oxidación-reducción. Por ejemplo, el paso de succinato a fumarato en el ciclo de Krebs, oxidación de los acil-CoA.
Vitamina B3 (Niacina)	Los tejidos transforman el ácido nicotínico y nicotinamida en las coenzimas NAD y NADP, las cuales participan en múltiples procesos metabólicos de redox (>200) de los carbohidratos, lípidos y aminoácidos. Su principal producto de degradación es la N-metil nicotinamida excreta por la orina.
Vitamina B5 (ácido pantoténico)	Sus dos derivados coenzimáticos (ACP y la coenzima A) se unen a los ácidos grasos por su grupo tiólico terminal originando tioésteres muy reactivos, facilitando la metabolización posterior. La ACP interviene en la biosíntesis de los ácidos grasos, exclusivamente. La Acil-CoA es la forma activa de cualquier ácido graso o metabolito ácido para las demás vías metabólicas corporales.
Vitamina B6 (piridoxina)	Las formas fosforiladas al ser captadas por los tejidos, pero son hidrolizadas en la membrana por la actividad de la fosfatasa alcalina, al interior de la célula vuelve a realizarse de nuevo la fosforilación. El piridoxal fosfato (PLP), su forma activa, interviene en el metabolismo de los aminoácidos. Sus reacciones dan origen a numerosas moléculas de trascendencia fisiológica como algunos neurotransmisores (serotonina, GABA, histamina, dopamina), biosíntesis de lípidos complejos, entre otros.
Vitamina B8 (biotina)	La biotina es una coenzima de carboxilasas; la carboxilación se lleva a cabo a través de la unión del dióxido de carbono a uno de los nitrógenos de anillo imidazolinico; este carboxilo se transfiere al sustrato correspondiente: existe cuatro carboxilasas fundamentales: piruvato carboxilasa, clave en la formación de oxalacetato en el ciclo de Krebs y la gluconeogénesis, Acetil-CoA carboxilasa, cataliza la formación de malonil CoA en la síntesis de ácidos grasos, propionil-CoA carboxilasa, se origina de la degradación de diversos aminoácidos, β-metil-crotonil-CoA carboxilasa que interviene en la degradación de leucina.
Vitamina B9 (ácido fólico)	En los tejidos periféricos la 5-metil-THF penetra en el interior de la célula gracias a un sistema de transporte específico, allí pierde su grupo metilo al cederlo a la homocisteína en la síntesis de metionina, reacción que es catalizada por la metionina sintasa. El THF formado es el sustrato preferente en las reacciones de polilutamilación que son coenzimas de las pteroproteínas implicadas en el metabolismo de las unidades carbonadas.
Vitamina B12 (cianocobalamina)	La cobalamina transportada ya sea por (TCII que la lleva a hígado o TCI) llega al interior celular donde se convierte en dos enzimas: una citosólica y otra mitocondrial. La cobalamina es sometida a la acción de reductasas que originan formas cobalto I y cobalto II, siguiendo las dos vías descritas previamente. Su excreción se realiza a través de la piel, el tracto gastrointestinal y vía renal.

VITAMINAS LIPOSOLUBLES	
Vitamina E (tocoferol)	Mediante la acción de LPL, parte de los tocoferoles transportados en los QM son captados por los tejidos extrahepáticos y los remanentes transportan el resto del tocoferol al hígado. Allí por la acción de la proteína que transfiere α -tocoferol es incorporada a VLDL nacientes, y el exceso de tocoferol se secretan a la bilis. Se transforma entonces VLDL a IDL y LDL y posteriormente se transfiere el α -tocoferol junto a otros lípidos a HDL.
Vitamina K	Intervienen en la coagulación sanguínea mediante la carboxilación de residuos de glutamato en algunas de las proteínas implicadas en el proceso: protrombina, factor VII, factor IX, factor X y proteína C,S y Z. La carboxilación se realiza sobre el carbono en la posición γ , formándose dos residuos contiguos esenciales para conectar estas proteínas con los fosfolípidos de las membranas plaquetarias y tisulares por iones de calcio. Su reciclaje explica que no se requiera almacenar en grandes cantidades. Cierta metabolización degradativa incluye el acortamiento de la cadena isoprenoide y la glucuroconjugación eliminándose vía biliar o renal.
Vitamina A (retinol)	Se metaboliza en varios lugares del organismo, sus principales reacciones metabólicas comprenden la esterificación, que se realiza en las células intestinales con una marcada especificidad por los AG saturados oxidación, a ácido reinoico, conjugación, por dos posibles vías con el ácido glucurónico que permite la circulación enterohepática que permite el mantenimiento de los niveles de la vitamina o por fosforilación, isomerización, ocurren en el ojo fundamental en función visual, e hidrólisis dependiente de sales biliares.
Vitamina D (Calciferol)	La vitamina D3 que se concentra en el hígado es rápidamente hidroxilada en el carbono 25 por la enzima vitamina D3 25-hidroxilasa, que sintetiza 25 (OH) vitamina D3 es enviada a la circulación sistémica. Llegando al riñón es nuevamente hidroxilada para obtener los metabolitos activos: calcitriol y 24-R-calcitriol. Por su parte la fotobiogénesis, es un proceso por el cual se obtiene vitamina D3 a partir del 7-deshidrocolesterol debido a la exposición a rayos ultravioleta B a la piel donde se aloja este metabolito del colesterol

Fuente: elaborada por la autora.

piridoxina, cobalamina, folato, biotina y ácido pantoténico), la vitamina C o ácido ascórbico, las vitaminas liposolubles A, D, E y K. Algunas de ellas no son estrictamente esenciales, por ejemplo, la vitamina D puede sintetizarse por la piel expuesta a la luz solar y la niacina se sintetiza a partir del triptófano. En la **tabla 10** se consignan las funciones de cada una de las vitaminas y los alimentos donde se encuentran. (5,41,44)

Metabolismo de las vitaminas

Tal como se ha descrito cada una de las características de las vitaminas en la tabla anterior, a continuación, en la **tabla 11** se expone el metabolismo de cada una de las vitaminas.(5) En el **capítulo 4.1** se explica la absorción y el transporte a nivel intestinal y plasmático respectivamente.

MINERALES

Entre los aproximadamente 90 elementos minerales que se encuentran en la naturaleza, 22 de ellos parecen ser esenciales para el organismo humano. Estos son sustancias inorgánicas que se requieren en pequeñas cantidades y para funciones muy específicas, pero como se mencionaba anteriormente, algunos de ellos son considerados como macroelementos (Ca, P, Mg; Na, K, Cl y S) puesto que se necesitan en cantidades diarias más de 100 mg por adulto; estos son importantes debido a su papel en el equilibrio iónico y osmótico, y en los gradientes eléctricos. Los oligoelementos pueden clasificarse en dos grupos: los elementos *traza*, que se necesitan en cantidades que oscilan entre 1 y 100 mg/día, y los elementos *ultratraza*, cuya ingesta es menor a 1 mg/día. Los elementos *traza* incluyen: Fe, Zn, Mn, Cu y F; y los *ultratraza*: Se, Mo, I, Cr, B y Co. Muchos de los

oligoelementos se encuentran asociados a enzimas y a otras proteínas en las cuales estos metales actúan como elementos estructurales o catalíticos, como el Zn que contribuye al mantenimiento de varias enzimas y factores de transcripción génica o el Fe que mantiene la estructura de la mioglobina y la hemoglobina. También son necesarios para la síntesis de compuestos especializados como el yodo en las hormonas tiroideas y el selenio para la selenocisteína. En la **tabla 12** se muestra la clasificación de los minerales según su función.(5,41)

Tabla 12: Clasificación de los minerales según su función

Función	Mineral
Función estructural	Calcio, magnesio, fosfato
Involucrados en la función de membrana	Sodio, potasio
Función como grupos prostéticos en enzimas	Cobalto, cobre, hierro, molibdeno, selenio, cinc
Función reguladora o función en la acción hormonal	Calcio, cromo, yodo, magnesio, manganeso, sodio, potasio
Se sabe que son esenciales, pero se desconoce su función	Silicio, vanadio, níquel, estaño
Tienen efectos en el organismo, pero en esencia no se encuentran establecidos	Fluoruro, litio
Pueden hallarse en alimentos, y se sabe que en cantidades excesivas es tóxico	Aluminio, arsénico, antimonio, boro, bromo, cadmio, cesio, germanio, plomo, mercurio, plata, estroncio

Tomado de *Harper bioquímica ilustrada 30ª edición. Capítulo 44. Pág. 562*

Se describirán a continuación los oligoelementos más destacados según su función.

Electrolitos

En nuestro organismo el agua es el mayor componente del organismo, un 60-65% del peso, está distribuido 2/3 intracelular y 1/3 extracelular. Además, presenta una variabilidad según el tejido donde se encuentre siendo máximo en las células de músculos y vísceras. Cuando mayor es el contenido adiposo del organismo, menor es el porcentaje de agua total del mismo, jugando un papel importante en la alteración del metabolismo energético del cuerpo y llevando a múltiples patologías a largo plazo como la artrosis. Los compartimentos intra y extracelular (dividido en plasmático e intersticial) tiene la misma osmolaridad total, pero su composición iónica es totalmente distinta; como se observa en la **tabla 13**. El principal catión del líquido extracelular es el sodio, mientras que los principales aniones son el bicarbonato y el cloro, siendo los determinantes de la osmolaridad del líquido extracelular; la composición intracelular es más difícil de medir y sus principales aniones de este sin el fosfato y las proteínas y el catión principal es el potasio, seguido por el magnesio. Estas marcadas diferencias son fundamentales para la

generación de potenciales de membrana, necesarios para la excitación celular, la transmisión nerviosa, la secreción y la contracción muscular. (5)

El **sodio** es el principal catión del líquido extracelular y es responsable de la mitad de la presión osmótica de este compartimento. El 30 al 40% del sodio corporal está fijado en el esqueleto, pues su capacidad de intercambio con el intersticio es muy baja; su cantidad en el organismo es un regulador fundamental del volumen extracelular, determinando el volumen de sangre influyendo en la fisiología cardiovascular. La ingesta de sodio proviene fundamentalmente del contenido en los alimentos procesados, aquellos que sufren de proceso de salado y curación como los embutidos y pescado secos, la mayor parte proviene de la sal de mesa común. El consumo medio de sodio es de 4 a 5 g diarios, el exceso de su consumo se asocia a la hipertensión en muchos individuos. Tiene un papel fundamental en el metabolismo celular, como en la generación de potenciales de membrana, mantiene el volumen y la osmolaridad y el equilibrio ácido base, además de la absorción de nutrientes por las membranas como más adelante se describirá. Su excreción se da vía renal, encargado de filtrar el exceso de sodio, y en el sudor. (5)

El **cloro** es el principal anión del líquido extracelular y con el sodio conservan la presión osmótica de este, con el bicarbonato, el fósforo y el sulfato mantienen el equilibrio ácido base del organismo. La mayor parte de cloro proviene de la sal de mesa, junto con el sodio, que se añade a los alimentos en sus diversas fases de preparación. La ingesta media de

Tabla 13: Composición iónica de los volúmenes líquidos del organismo (mmol/l)

IONES	PLASMA	VOL. INTERSTICIAL	VOL. INTRACELULAR
Na	142	145	14
K	4	4	160
Cl	101	114	1
Ca	2	1	1
Mg	1	1	31
Bicarbonato	27	31	10
Sulfato	0.5	0.5	10
Fosfatos	1	1	50
Proteinatos	2	1	8
Aniones orgánicos	6	8	?

Tomado de *Tratado de Nutrición TOMO I. Cap. 1.25. Pág. 832*

este es de 6 a 7 g/día, la eliminación se hace fundamente vía renal y en una sudoración muy intensa. (5)

El **potasio** es el principal catión del líquido intracelular, jugando un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio osmótico de este. El 98% del potasio se encuentra en el líquido intracelular, el 2% en el extracelular. La fuente principal de potasio son los alimentos, sobre todo las frutas, verduras, legumbres y carne fresca; su requerimiento básico en adultos es de 1,6-2 g/día, pero la ingesta media es mucho mayor. Se absorbe en intestino y se elimina vía renal. Participa junto con el sodio en los potenciales de membrana con las bombas sodio potasio, es reabsorbido en los túbulos colectores a nivel renal. (5)

Minerales óseos

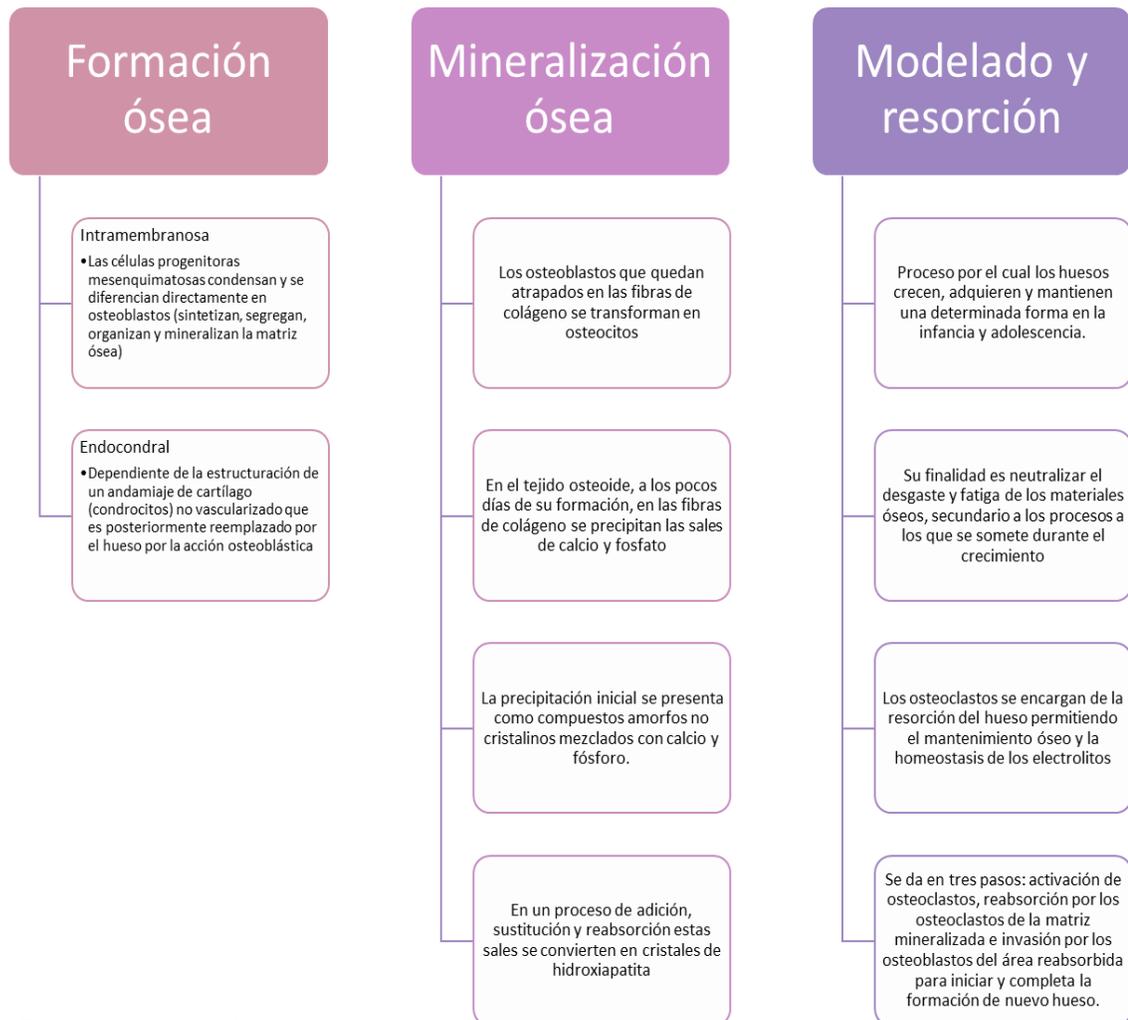
El **calcio** es el catión más abundante en el organismo (1200-1500 g), representando el 1,5-2% del peso total del cuerpo, la mayor parte de este se encuentra en el tejido óseo y los dientes haciendo parte de su estructura junto con el fosfato en una relación 1.5-1; el restante se encuentra disuelto en el líquido extracelular y en los tejidos blandos del organismo. Es el principal mineral que participa en la integridad estructural del organismo, fundamental en la formación y mantenimiento de los huesos y los dientes, participa en numerosos proceso metabólicos que ocurren en las otras células del organismo como en los potenciales de membrana al igual que los oligoelementos previamente descritos, es necesario en procesos de la coagulación pues inician la formación de los coágulos al estimular la liberación de tromboplastina en las plaquetas. Sus fuentes alimentarias son los productos lácteos, los pescados, las legumbres, las harinas integrales, los furos secos. Es el mineral que más se consume y menos se aprovecha de la dieta. (5)

El **fósforo** es el sexto mineral más abundante del organismo (600-900 g), su contenido corporal total, junto con el calcio, hace parte de la estructura mineral del hueso y el diente, el resto se encuentra en el tejido extracelular en menor proporción (1%); en caso de hipofosfatemia, al igual que el hipocalcemia, este es cedido por el hueso pues actúa como reservorio mineral. Sus funciones son la constitución de los cristales de hidroxapatita en el esqueleto y los dientes, participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, estimula reabsorción tubular renal de glucosa, se une a lípidos, necesario en la producción de moléculas energéticas como el ATP, transporte de ácidos grasos, interviene en el

metabolismo muscular, hace parte de los ácido nucleicos, equilibrio ácido-base en sangre y hace parte de la fisiología neurológica. Sus fuentes alimentarias son las carnes, los pescados, los lácteos y sus derivados, frutos secos, legumbres, cereales, además de algunos alimentos procesados. (5)

El **magnesio** es el segundo catión intracelular en abundancia, un 65-70% se encuentra en los huesos, también siendo reservorio de este mineral; el resto se localiza al interior de las células de los tejidos blandos, donde participa en el uso de la energía metabólica, su funcionamiento depende de la vitamina B6. Sus funciones son participar en el metabolismo óseo haciendo parte de la estructura mineral, regula la osificación y el equilibrio fosfocálcico siendo esencial para la fijación adecuada evitando la formación de cálculos,

Figura 32: Metabolismo óseo



Fuente: elaborada por la autora.

participa en el metabolismo de hidratos de carbono, regula el nivel de calcio por acción

indirecta en las glándulas paratiroides, participa en la contracción muscular, secreción de glándulas y transmisión de los impulsos nerviosos, las enzimas que liberan energía requieren magnesio, funciona como factor de crecimiento y regeneración tisular. Sus fuentes alimentarias son los vegetales, las nueces y otros frutos secos, las hortalizas, los cereales, el chocolate, productos lácteos, huevos y pescados. (5,45)

El **flúor** se encuentra en el cuerpo en cantidades que varían entre los 2,6 y los 4 g, localizándose en los dientes, la piel, la tiroides, los huesos, el plasma, la linfa y las vísceras. Su función es reforzar la estructura mineral de los dientes, inhibe el metabolismo y adhesión de las bacterias cariogénicas, aumenta la dureza ósea haciendo al hueso menos sensible a la resorción. Sus fuentes alimentarias son las aguas fluoradas, pescados de origen marino, el té, en menor proporción las carnes, huevos, cereales, verduras y frutas. (5)

Estos oligoelementos participan en el **metabolismo óseo**; este depende de los siguientes factores: la vascularización y concentración de nutrientes que recibe el tejido, las fuerzas de estiramiento y torsión, la presión hidrostática consecuencia del movimiento y la influencia de otros tejidos adyacentes como el músculo y la fascia, la modulación de hormonas sistémicas y de diversos factores de crecimiento. Existen dos procesos de formación ósea: la intramembranosa y la formación endocondral. En la **figura 32** se describe gráficamente cada una de ellas, además de la mineralización y el modelado óseo. La actividad física regular estimula la absorción intestinal y el depósito del calcio en el hueso; en este el fosfato cálcico se encuentra en un equilibrio dinámico, inicia con la secreción de los osteoblastos de las moléculas de colágeno que constituyen el tejido osteoide, estos quedan atrapados entre las fibras de colágeno y la matriz orgánica. Es regulado por varios factores como la hormona paratiroidea, calcitonina y vitamina D activa (25 hidrox), además de factores de regulación génica en la síntesis y función de las células partícipes en el metabolismo óseo. (5,39)

Otros oligoelementos y su papel metabólico

Como se mencionaba anteriormente los oligoelementos cumplen con funciones específicas y muy importantes en el metabolismo del organismo humano. A continuación,

en la **tabla 14** se exponen otros oligoelementos según sus características, funciones y metabolismo. (5,41) Su absorción y transporte se revisa en el **capítulo 4.1**.

Tabla 14: Otros oligoelementos y su metabolismo

MINERAL	CARACTERÍSTICAS Y FUENTES ALIMENTARIAS	FUNCIONES	METABOLISMO
Hierro (Fe)	Es el elemento traza más abundante en el organismo, su contenido está entre 3-5 g totales. El hierro se encuentra en las vísceras animales, preferiblemente en el hígado, mariscos, vainas de soja, judías lentejas, espirulina, jengibre, espinacas	Es necesario para la síntesis de proteínas hierro-azufre permitiendo el transporte de oxígeno por medio de los grupos hemo (hemoglobina, mioglobina, citocromos), replicación de ADN, metabolismo energético y respiración celular. Más de 2/3 del contenido de hierro se incorpora a la hemoglobina presente en las células precursoras de eritrocitos, el resto se localiza en los hepatocitos y los macrófagos funcionando como almacenamiento.	Va ligado a proteínas, distribuyéndose en tres compartimentos: funcional, que tiene función enzimática y metabólica como la hemoglobina; la circulante, asociado al transporte de hierro representado por la transferrina; y de depósito relacionado con el almacenamiento del hierro representado por la ferritina y hemosiderina.
Azufre (S)	Sus necesidades de consumo dependen de la ingesta de metionina, no posee recomendaciones de consumo propias, con la ingesta de una dieta equilibrada evita su deficiencia. La cantidad en el organismo son aprox. 112 g. Se encuentra en la carne y el pescado, ajo y cebolla, huevos y legumbres	Es necesario para la síntesis de colágeno, participa en la síntesis de coenzimas y proteínas necesarias para múltiples procesos en el cuerpo	Su metabolismo depende de la degradación de proteínas, polisacáridos y del metabolismo de algunos aminoácidos como la metionina, cisteína, taurina, glutatión, entre otros.
Cobre (Cu)	Elemento traza elemental existe en diferentes estados de oxidación, se encuentra en diversos órganos que tienen elevada actividad metabólica, como el hígado, el cerebro, los riñones y el corazón. Se encuentra en mariscos, granos enteros, las legumbres, las nueces, las papas y las vísceras.	Formación del tejido conectivo, antioxidante, participa en el metabolismo del hierro, producción de energía, formación de mielina, formación de melanina, mantener el buen funcionamiento de la glándula tiroides, mantenimiento del sistema inmune, favorece la cicatrización de heridas por formación de colágeno.	El tejido hepático remueve el cobre de la circulación por medio de proteínas quelantes de este mineral, las cuales lo transfieren a cuproenzimas y a la ceruloplasmina, una parte queda almacenada en el hígado unida a la metalotioneína (MT). La eliminación ocurre en la excreción biliar o como cobre no absorbido.
Zinc (Zn)	Es uno de los elementos más abundantes en el cuerpo, siendo su cantidad entre 1 y 2.5 g, siendo el segundo oligoelemento en relación a la cantidad total en el organismo. Se encuentra en las carnes rojas, los huevos, los derivados lácteos, los cereales integrales y leguminosas	Neuromodulador en las sinapsis, respuestas frente al estrés, crecimiento celular, homeostasis de los tejidos epiteliales, citoprotector, maduración sexual, fertilidad y reproducción, mantenimiento y función ocular (visión nocturna), regulación de la presión sanguínea.	Es transportado desde el lumen intestinal por transportadores especializados ZnT1, ZIP, MT y DMT1 al hígado y otros tejidos para efectuar múltiples procesos metabólicos de gran importancia como funciones neurológicas o sexuales.
Selenio (Se)	Aparece asociado a metaloproteínas, su ingesta se encuentra entre <10-220 microgramos al día sus fuentes dietéticas son alimentos proteicos, productos pesqueros, carnes y vísceras, legumbres, frutos secos y cereales.	Antioxidante por glutatión peroxidasa, regulación de la función tiroidea, contrarresta metales pesados, ahorro de vitamina C	Biodisponibilidad de las formas orgánicas es mayor (selenocisteína, selenometionina, se excreta en orina, heces y espiración)
Manganeso (Mn)	Es un constituyente de varias enzimas y activador de otras, su consumo varía de 0,52-10,8 mg/día, sus fuentes alimentarias son de origen vegetal como frutos secos, cereales, legumbres y granos enteros. También el té y el café	Antioxidante por superóxido dismutasa, regulador del metabolismo de macronutrientes al ser cofactor de piruvato carboxilasa, arginasa, fosfoenol piruvato, formación de hueso	Absorción muy baja, inhibidas muchas veces por hierro no hemo, fibra y ácido fólico, transporte unido a α 2-microglobulina o albúmina, llegando a hígado para iniciar su metabolismo en la unión enzimática.
Cromo (Cr)	Elemento esencial que potencia la insulina, aumentando la capacidad del receptor de insulina para interactuar con la hormona. Su consumo oscila entre 0,5 y 3,5 mg/día. Sus fuentes alimentarias son la pimienta negra, levadura de cerveza, ostiones, carne e hígado, setas, uvas, papas, cerveza, café, té e infusiones	Constituyente del factor de tolerancia a la glucosa, beneficioso en el metabolismo lipídico disminuyendo el colesterol total y triglicéridos	Presenta su transporte por transferrina y albúmina, se aumenta su biodisponibilidad con oxalato, ascorbato y en deficiencia de hierro, su excreción es urinaria. Su forma biológicamente activa es el factor de tolerancia a la glucosa.

Molibdeno (Mo)	Se consume diariamente 50 -350 µg/día, sus fuentes alimentarias son la leche y productos lácteos, legumbres,, hígado y riñón, cereales y derivados, nueces	Cofactor de enzimas (aldehído oxidasa, xantina oxidasa) del metabolismo de pirimidinas, purinas, pteridinas y aminoácidos azufrados	Se absorbe en el estómago y en el intestino proximal, cuando las concentraciones son bajas se absorbe por transporte activo y en las altas por difusión pasiva. El molibdato es retenido en la sangre por microglobulina y se acumula en hígado y riñón para producir las enzimas. Se elimina vía renal
Yodo (I)	Es fundamental en el metabolismo tiroideo, su consumo diario es de 100-150 µg/día. Sus fuentes alimentarias son los alimentos marinos, alimentos procesados con yoduros y sal yodada	Participa en la síntesis de hormonas tiroideas, regulación del metabolismo energético y producción de calor, control del crecimiento y desarrollo	El yoduro absorbido entra rápidamente en la tiroidea por cotransporte, en la síntesis de hormonas tiroideas se introduce a la tiroglobulina, yodando la molécula, y continuando en la formación de T4 y T3.

Fuente: elaborada por la autora.

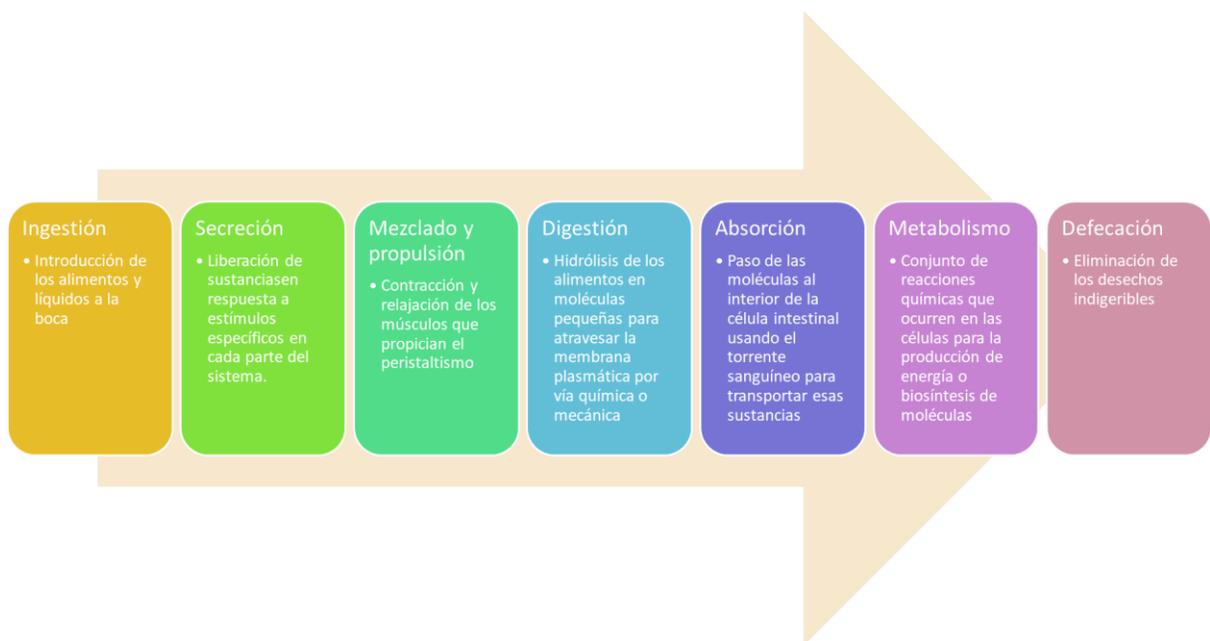
4. La Fisiología

Desde la visión osteopática, la patología es la manifestación de un desorden estructural que se presenta por diferentes variables (3). Para ello a continuación se dará una breve descripción de la fisiología de la nutrición, el papel de la fascia y la matriz extracelular en la unidad del cuerpo, además de como se ve afectado el sistema por la inflamación y la migración celular desde el tubo digestivo.

4.1 Fisiología de la nutrición

El aparato digestivo inicia en la boca y termina en el ano está conformado por la boca, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado, intestino grueso y el ano, además de tener órganos que cumplen funciones en el proceso fisiológico como son el hígado, el páncreas exocrino y la vesícula biliar. Se encarga de suministrar al organismo un aporte

Figura 33: Etapas de la fisiología de la nutrición



Fuente: elaborada por la autora.

continuo de agua, electrolitos, vitaminas y minerales, y otros nutrientes a través de los mecanismos descritos en la **figura 33** se observa el proceso fisiológico gastrointestinal y metabólico del organismo. (35,39,46) A continuación, se profundizará cada una de las funciones y el papel de cada uno de los órganos del aparato digestivo. El metabolismo de los nutrientes se revisó en el **capítulo 3**.

BOCA

Es el orificio de entrada de los alimentos, comprende los carrillos, el paladar duro y el blando, las encías, la dentadura, las glándulas salivales y la lengua; en su parte posterior conecta con la faringe. En esta inicia el proceso fisiológico de la nutrición con la ingestión de los alimentos. La ingestión de alimentos depende de su deseo hacia ellos, es decir, *sentir hambre*. El tipo de alimento que se opta por consumir depende del *apetito*. Estos son dos mecanismos que se encargan de la regulación automática para mantener el aporte nutricional adecuado para cada organismo. La primera etapa de la nutrición es **la ingestión** y depende de dos mecanismos: la masticación y la deglución. (35)

Masticación: Los dientes están diseñados específicamente para la masticación, las piezas anteriores llamadas *incisivos* tienen la característica de cortar los alimentos, los *caninos*, se encargan de desgarrar alimentos como las carnes, y los *molares y premolares*, son los encargados de triturar los alimentos. Esta función se debe a la acción de los músculos masticadores inervados por ramas motoras del V par craneal (maseteros, temporales, pterigoideo lateral y medial, y músculos accesorios) que tienen una fuerza de 25 kg en los incisivos y hasta 100 kg en los molares. El control de la masticación se encuentra en núcleos localizados en el tronco encefálico. Es importante recalcar el papel de los centros del gusto ubicados en las zonas reticulares del tronco encefálico, pues allí se inducen los movimientos rítmicos, además de la estimulación del hipotálamo, la amígdala y la corteza cerebral cercanas a las áreas sensitivas del gusto y el olfato. (39,46)

El objetivo de la masticación es reducir los trozos grandes de alimento a fragmentos pequeños para aumentar la superficie de contacto del alimento con las enzimas digestivas, suavizar el alimento para facilitar la deglución como las frutas y vegetales crudos por sus membranas de celulosa indigeribles, lubricar el alimento. La masticación se debe al *reflejo masticatorio* generada por el bolo alimenticio que inicia con la relajación de los músculos masticatorios descendiendo la mandíbula, paso siguiente se inicia la contracción de estos

músculos ocluyendo los dientes, presionando el bolo contra el revestimiento bucal, iniciando nuevamente el ciclo. (35,39)

Una buena masticación, permite que la velocidad de la digestión mejore, ya que entre más triturado el alimento este las enzimas digestivas puedan actuar de manera óptima sobre las superficies de las partículas de los alimentos, evitando así las excoriaciones de mucosa gastrointestinal y facilitar el paso de los alimentos del estómago a los distintos segmentos del tubo digestivo. (35,39)

La boca secreta la **saliva** que es una *secreción* líquida producida por las glándulas salivales (parótida encargada de secreción serosa, submandibular y sublingual encargada de secreción serosa y mucosa) regulada por el sistema nervioso autónomo: aumentada gracias al sistema parasimpático y disminuida por el sistema simpático. Se compone de agua (99.5%) y solutos (0.5%) que incluyen electrolitos, moco, urea, ácido úrico, inmunoglobulina A, lisozima y enzimas digestivas como la amilasa y la lipasa lingual. Se encarga de lubricar el alimento por medio de la mucina (secreción mucosa), solubilizar los alimentos secos y polvorosos, favorece la higiene oral, destrucción de bacterias por la lisozima evitando la sobrepoblación bacteriana en la boca. La amilasa o ptialina (secreción serosa) se encarga de iniciar la digestión de almidones formando moléculas de maltosa y controla el pH bucal (6 a 7) reduciendo la acidez y el riesgo de desgaste excesivo del esmalte dental.(35,39)

FARINGE

Es la segunda porción del sistema gastrointestinal y conecta la parte posterior de la boca con el esófago, en ella también converge el inicio de la laringe, que comunica con las vías respiratorias bajas. Esta participa en la segunda fase de la ingestión: la deglución, como se describe a continuación.

Deglución: Es un proceso ejecutado por la faringe que ejecuta una función respiratoria y deglutoria regulada por la epiglotis que es un fibrocartílago que funciona como tapa y al momento de la deglución ocluye la laringe para evitar el paso del alimento al sistema respiratorio, durante unos segundos se convierte en un conducto que propulsa los alimentos hacia el esófago. Tiene tres fases (**figura 34**): la fase voluntaria, la fase faríngea y la fase esofágica (involuntarias). (39,46)

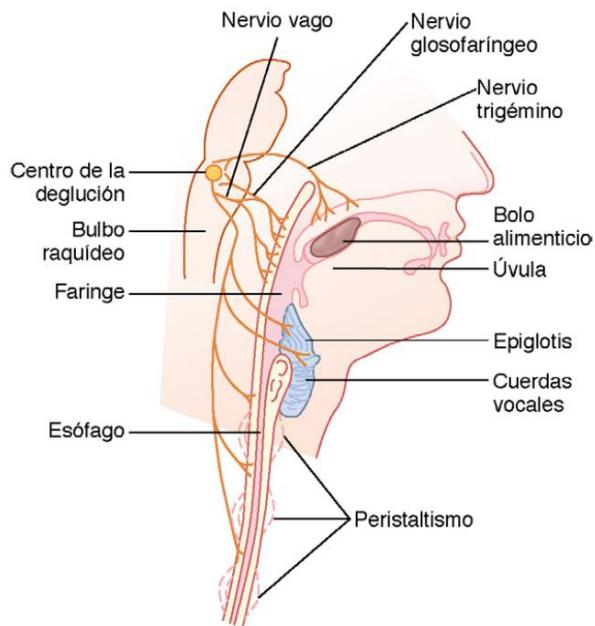
La **fase voluntaria de la deglución** se realiza cuando los alimentos están preparados para este, se realiza presión hacia arriba y hacia atrás de la lengua contra el paladar, arrastrando el bolo posteriormente a la faringe. (35,39)

La **fase laríngea de la deglución** inicia en el momento en que el bolo alimenticio pasa por la parte posterior de la boca, estimulando las *áreas receptoras de la deglución* localizadas en los pilares amigdalinos y entrada de la faringe, estas envían señales al sistema nervioso

iniciando el proceso de contracción automática: primero el paladar blando se eleva para tapar las coanas e impedir el ingreso de alimento a la nariz, segundo los pliegues palatofaríngeos se desplazan a la línea media formando un canal sagital donde pasan los alimentos a la parte posterior de la faringe, tercero las cuerdas vocales se aproximan al tiempo que los músculos cervicales se contraen subiendo la laringe, esto impide el ascenso de la epiglotis que ocluye la entrada de la laringe, cuarto este ascenso tracciona el orificio de entrada del esófago ampliándolo, el

esfínter esofágico superior se relaja para que los alimentos ingresen, quinto los músculos faríngeos se contraen generando una onda peristáltica rápida llevando los alimentos al esófago. (39)

Figura 34: Mecanismo de deglución



Tomado de *Fisiología de Guyton 11e. Cap. 63. Pág.764*

ESÓFAGO

Constituye la tercera porción del sistema gastrointestinal, conecta la faringe y el estómago, su función principal consiste en conducir con rapidez los alimentos de la faringe al estómago, de modo que sus movimientos peristálticos apuntan al desempeño de esta función. Genera una secreción que su función básicamente es la lubricación para lograr la deglución, esto se debe al revestimiento de glándulas mucosas simples a lo largo de este. Posee dos esfínteres: el esfínter esofágico superior, que oprime la laringe y favorece la

conducción del alimento al esófago, y el esfínter esofágico inferior o cardias, siendo el punto de inicio del estómago que se mantiene contraído mientras la porción media del esófago se mantenga relajada. (39,46)

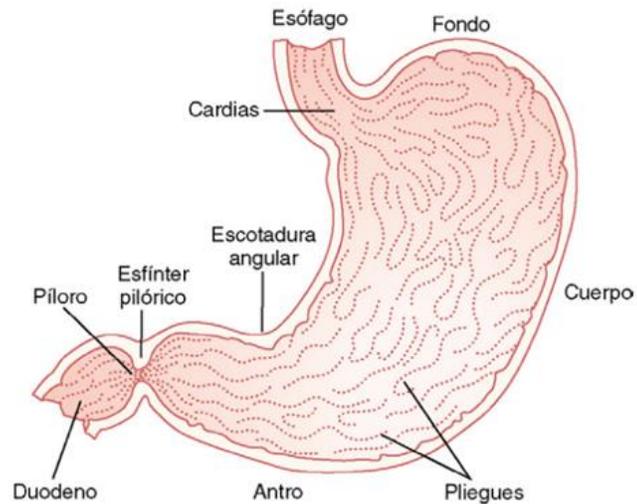
La **fase esofágica de la deglución** tiene como función principal llevar los alimentos con rapidez al estómago por esta razón su movimiento peristáltico secundario a las contracciones musculares se realiza en pro de esta función. El esófago desarrolla dos tipos de movimientos peristálticos: primarios y secundarios. El *peristaltismo primario* es una continuación de la onda peristáltica que se generó en la fase faríngea, recorre el esófago en 8 a 10 segundos. El *peristaltismo secundario* sucede cuando la onda peristáltica no logra mover el alimento en su totalidad, estas ondas se inician gracias a los circuitos intrínsecos del sistema nervioso mientérico y a los reflejos que inician en la faringe, estos impulsos ascienden por las fibras vagales aferentes hacia el bulbo, regresando al esófago por las fibras eferentes del nervio glossofaríngeo y vago; estas ondas persisten hasta el vaciamiento total del órgano. (35,39)

ESTÓMAGO

El estómago es la cuarta porción del tubo digestivo siendo una sección expandida de este que conecta con el esófago y el intestino delgado; funcionalmente se divide en tres porciones: fondo, cuerpo y antro gástrico (**figura 35**), y finaliza en el esfínter pilórico o píloro. Está revestido por células productoras de moco (mucosecretoras) y dos tipos de células glandulares importantes: las glándulas oxínticas (80% de la totalidad glandular) o gástricas encargadas de secretar ácido clorhídrico, pepsinógeno, factor intrínseco y moco y las glándulas pilóricas (20%) encargadas de secretar moco y gastrina (células G). Otras glándulas que posee la mucosa gástrica están conformadas por células enterocromafines encargadas de la secreción de histamina. Sus funciones son (35,39):

- a) Almacenamiento del bolo alimenticio a corto plazo, que permite que una comida se consuma en un lapso de 15 a 20 minutos y se digiera lentamente, esta es la función del fondo gástrico
- b) Digestión química y enzimática de los alimentos en especial de las proteínas de la dieta, se realiza en el cuerpo y el antro gástrico
- c) Licuefacción de los alimentos mezclándolos con las enzimas gástricas
- d) Liberación lenta y paulatina del contenido gástrico hacia el intestino delgado

El estómago vacío contiene de 100 a 150 ml de jugo gástrico y se encuentra plegado, durante la digestión llega a aumentar a más de un litro, pues sus capas se distienden para contener los alimentos y líquidos deglutidos. Las glándulas oxínticas están conformadas por 3 tipos de células: las células mucosas del cuello (moco), las células pépticas (pepsinógeno) y las células parietales (ácido clorhídrico y factor intrínseco). (35)



Tomado de *Fisiología de Guyton 11e*. Cap. 63. Pág. 766

El *ácido clorhídrico* es una solución ácida (pH 0.8) unos 3 millones de veces más que la sangre arterial, se requieren unas 1500 calorías de energía/litro de jugo gástrico, estos iones son secretados acidificando la sangre venosa gástrica. Se produce por estimulación de la acetilcolina liberada por estimulación parasimpática excitando a las células estomacales para la producción de las enzimas necesarias para la digestión; por su parte la gastrina y la histamina estimula la secreción de ácido clorhídrico, con un efecto escaso en las otras células. (35,39)

El *pepsinógeno* es secretado por varias glándulas gástricas por estimulación de la acetilcolina y en respuesta refleja a la secreción de ácido clorhídrico, este no posee actividad digestiva, en el momento que entra en contacto con el ácido clorhídrico se convierte en pepsina. La *pepsina* es una enzima que se encarga de hidrolizar las proteínas presentes en el quimo, obteniendo así péptidos de diferentes tamaños, la pepsina actúa en un medio muy ácido (1,8 y 3,5) cuando asciende a 5, se inactiva muy rápido, por esta razón el ácido clorhídrico es tan necesario durante el proceso de digestión. (35,39)

El *factor intrínseco* es una sustancia esencial para la absorción de vitamina B₁₂ en el íleon, esta es secretada por células parietales, por esta razón en las gastritis crónicas no solo existe una aclorhidria, también el paciente presenta anemia perniciosa debido a la poca maduración de los eritrocitos ante la deficiencia de vitamina B₁₂ secundaria. (39)

Por su parte, la *gastrina* es una hormona secretada por las células G ubicadas en la porción distal del estómago, se estimula su secreción en el momento que los alimentos que contiene proteínas llegan al antro gástrico, al secretarse estas llegan al torrente sanguíneo siendo transportadas a las células enterocromafines del estómago que liberarán histamina, estimulando así rápidamente ácido clorhídrico. (39)

La digestión es la ruptura de una molécula para dividirla de los nutrientes a lo largo del tubo digestivo facilitando su absorción y pueda cumplir sus funciones metabólicas. Se puede dividir en digestión mecánica, que inicia con la ingestión y continua en el estómago, y química, que se realiza gracias a las enzimas hidrolíticas presentes en el lumen y el epitelio mucoso. (5,35,39)

Ésta se produce en tres fases: la primera se conoce como **fase cefálica** que es la sensación de ver, oler o presentir la comida y prepara al estómago para recibir los alimentos, se produce por la liberación de acetilcolina, que estimula la secreción de múltiples enzimas como se describió previamente. La segunda fase se conoce como **fase gástrica** donde el quimo irrita y distiende la mucosa estimulando así mayor producción de acetilcolina, gastrina e histamina además de las otras sustancias producidas por las células de las glándulas gástricas. La tercera fase es la **fase intestinal** se inicia cuando ingresa el quimo al lumen intestinal estimulando la pared intestinal, además del hígado y el páncreas que inician el proceso de secreción para la digestión y absorción de los nutrientes, que se revisará más adelante. Durante la digestión mecánica, el estómago cumple tres funciones motoras importantes (35,39):

- a. **Almacenamiento:** al momento de la entrada del alimento al estómago, el bolo entra dejando a los más recientes cerca de la apertura esofágica y los más antiguos hacia la pared gástrica externa, la distensión gástrica desencadena un reflejo vasovagal hacia el tronco encefálico, reduciendo el tono de la pared muscular del cuerpo, permitiendo así la distensión abdominal para acomodar los alimentos que van llegando al estómago.
- b. **Mezcla y propulsión de los alimentos:** el alimento contenido en el estómago comienza a moverse ya que la parte superior o media del estómago inicia débiles ondas peristálticas llamadas *ondas de mezcla* se dirigen hacia el antro siguiendo la pared gástrica, las ondas van avanzando y van aumentando la intensidad dando

lugar a los *anillos peristálticos de constricción* que impulsan el contenido antral hacia el píloro con mayor presión cada vez, estos anillos también se encargan de mezclar el contenido alimentario dentro del antro con las secreciones gástricas dando como resultado el *quimo*, que es una pasta semilíquida y turbia. Las contracciones gástricas en el cuerpo también se activan como reflejo del *hambre*, también se activan como respuesta a la baja concentración de glucosa en la sangre a lo normal. Estas contracciones suelen generar leve dolor en el epigastrio que inicia a las 12 a 24 horas después de la última comida

c. Vaciamiento gástrico: las intensas contracciones peristálticas en el antro y posteriormente en el cuerpo provocan el vaciamiento gástrico, a su vez que el píloro pone cierta resistencia al paso del quimo. En este proceso cada onda peristáltica empuja varios mililitros de quimo hacia el duodeno. Los estímulos que produce el vaciamiento gástrico son: el efecto directamente proporcional del volumen alimentario gástrico sobre la velocidad de vaciamiento y el efecto de la gastrina. También existen estímulos inhibitorios como son el efecto inhibitor de los reflejos nerviosos enterogástricos que se produce directamente desde el intestino por el sistema nervioso mientérico, por medio de los nervios extrínsecos que van a los ganglios simpáticos vertebrales y regresan por fibras simpáticas inhibitoras del estómago; y por último a través del nervio vago que van hacia el tronco encefálico; otro estímulo inhibitorio es la retroalimentación del duodeno con la colecistocinina, la secretina y el péptido inhibitor gástrico que se secreta en la porción alta del intestino.

En el estómago también se produce la absorción de ciertas sustancias como son el etanol, algunos medicamentos liposolubles (ASA, AINES), suelen ser irritantes y dar lugar a las gastritis o úlceras de la mucosa.

Antes de continuar describiendo la digestión química y el paso del quimo a través del intestino delgado, se observa a continuación los órganos anexos que cumplen, con sus secreciones, un papel importante en la digestión y absorción de los nutrientes en el tracto digestivo, como son el **páncreas exocrino**, el **hígado** y la **vesícula biliar**.

PÁNCREAS

El páncreas es una glándula de secreción mixta, pues se encarga de sintetizar jugos pancreáticos que libera al duodeno (secreción exocrina) y hormonas como la insulina y el glucagón (secreción endocrina) que libera a la sangre y cumplen funciones metabólicas ya expuestas en el **capítulo 3.1**. Tiene forma de hoja alargada y se ubica en la cavidad abdominal por detrás del peritoneo, mide de 12 a 15 cm de longitud y 2.5 cm de grosor. Se divide en cabeza, cuerpo y cola; se conecta al duodeno mediante el conducto pancreático de Wirsung, que desemboca en el conducto biliar común o colédoco que llega al intestino por la ampolla de Váter y el esfínter de Oddi (**figura 36**). Histológicamente está formado por dos tipos principales de células: los ácinos (células acinares y ductales), constituyen el 90% de la superficie celular y producen los jugos pancreáticos, y los islotes de Langerhans, encargados de la producción hormonal.

La secreción de jugos pancreáticos es de aproximadamente 1200 a 1500 ml/día, es incoloro con un pH de 7,1 a 8,2 (rica en bicarbonato) que contribuye alcalinizar el quimo ácido proveniente del estómago y proteger el intestino delgado de la corrosión ácida. Su secreción se estimula gracias a la presencia de quimo en las porciones altas del intestino delgado, sin embargo, sus características dependen de los tipos de alimentos que llegan en el quimo. Las enzimas proteolíticas más importantes son la *tripsinógeno*, *elastasa*, *el quimotripsinógeno* (forma activada *quimotripsina*), *aminopeptidasa* y la *carboxipolipeptidasa*, son secretadas de forma inactiva (*zimógenos*) para evitar la digestión de la glándula, se activan en el momento de entrar a la luz intestinal (la quimotripsina entra en contacto con la enterocinasa, que la activa a tripsina y esta a su vez activa las otras enzimas proteolíticas), las tripsina se encarga de degradar proteínas completas o parcialmente digeridas, aunque no llegan a liberar los aminoácidos que lo componen, esta será función de la carboxipolipeptidasa y aminopeptidasa. (35,39)

Por otro lado, los jugos pancreáticos contienen otras enzimas, como la enzima encargada de la digestión de los carbohidratos es la *amilasa pancreática* encargada de hidrolizar los almidones, el glucógeno y otros carbohidratos, exceptuando la celulosa, formando así disacáridos y trisacáridos. Y las enzimas lipolíticas que son la *lipasa pancreática* encargada de hidrolizar las grasas neutras a ácidos grasos y monoglicéridos, la *colesterol-esterasa* encargada de hidrolizar los ésteres de colesterol y la *fosfolipasa* que separa los ácidos grasos de los fosfolípidos. La secreción pancreática está regulada por la acetilcolina

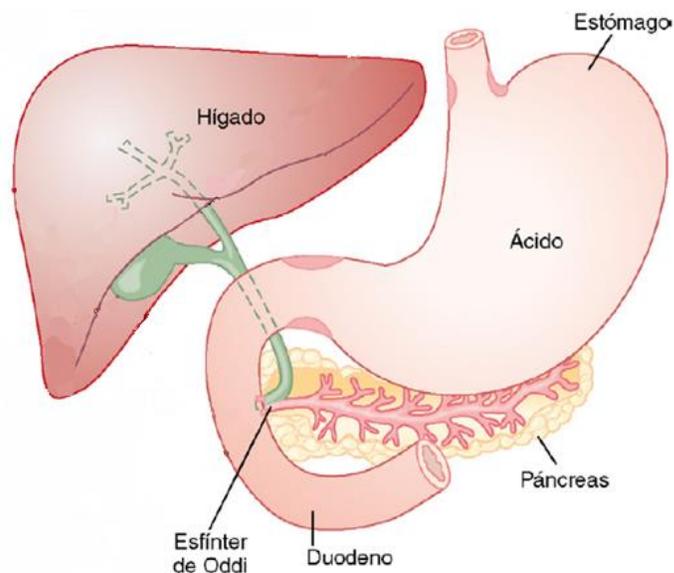
(realizada por las terminaciones nerviosas parasimpáticas del nervio vago del SNA), la colecistocinina (liberada en el momento que los alimentos llegan al intestino delgado) y la secretina. Además de la secreción enzimática, el páncreas también secreta bicarbonato por las células epiteliales de los conductillos y conductos que nacen de los ácinos, este permite la neutralización de los jugos gástricos que llegan al duodeno. (35,39)

Durante la **fase cefálica** de la digestión se libera un poco de secreción pancreática como resultado de reflejos vagales y por el aumento de la gastrina. Los jugos pancreáticos son liberados durante la **fase cefálica** y la **fase intestinal** debido a la secreción intestinal de colecistocinina, estimula las células acinares para la liberación de enzimas digestivas, y la secretina, que estimula las células ductales para que aumenten la secreción de bicarbonato.

HÍGADO Y VESÍCULA BILIAR

El **hígado** es la glándula con mayor peso del organismo, llegando en promedio a pesar 1,4 kg en el adulto. Se localiza en la cavidad abdominal, en el hipocondrio derecho y una porción del epigastrio, consta de dos lóbulos, el derecho, de mayor tamaño, y el izquierdo, que a su vez se dividen en unidades funcionales o lobulillos, que constan de células epiteliales especializadas conocidas como hepatocitos; posee además las células de Kupffer, que son células fagocíticas que destruyen células sanguíneas viejas, bacterias y otros materiales de la sangre venosa provenientes del tubo digestivo. Los hepatocitos secretan 800 a 1000 ml/día de bilis, que es una secreción de color amarillo verdoso, con un pH de 7,6 a 8,6 y se compone de agua, sales biliares, colesterol, lecitina, iones y pigmentos biliares. (35)

Figura 36: Secreción hepática y pancreática



Tomado de *fisiología de Guyton*. Cap. 64. Pág. 784

La *bilis* se encarga de desempeñar la digestión y absorción de las grasas, además de cumplir la función de secreción y excreción digestiva, pues es un medio para la excreción de varios productos de desecho importantes que provienen de la sangre, como la bilirrubina que es el producto final en la destrucción de la hemoglobina y el exceso de colesterol. La bilis es secretada en forma continua por los canalículos hepáticos y fluye hacia la **vesícula biliar**, que es un saco en forma de pera, localizada en la cara posterior del hígado, mide 7 a 10 cm de longitud y funciona como reservorio entre una y otra ingesta alimentaria; tiene la capacidad de 20 a 60 ml, sin embargo, puede acumularse hasta 450 ml (producción de 12 horas) debido a que esta hace una absorción de agua y iones en la mucosa, excepto el calcio, concentrando los ácidos biliares, el colesterol y la lecitina. Al iniciar la digestión, esta comienza a vaciarse bajo el estímulo del paso del alimento por la primera porción del duodeno, la encargada de este estímulo es la *colecistocinina*, la misma hormona que estimula la secreción de enzimas pancreáticas. Su tasa de secreción depende de la presencia de alimento. (35,39)

La *bilis* es secretada en dos fases: 1) los hepatocitos se encargan de secretar la porción inicial que es rica en ácidos biliares, lecitina y colesterol, pasa a los canalículos biliares donde 2) esta fluye hacia los tabiques interlobulillares, donde además de ser transportada va recibiendo iones de sodio y bicarbonato que servirá para neutralizar el pH proveniente del estómago, hasta llegar a los conductos biliares terminales llegando así al conducto hepático y posteriormente al colédoco, desde allí es transportada al duodeno o es almacenada en la vesícula biliar por medio del conducto cístico. La segunda secreción duplica la cantidad de bilis y es estimulada por la *secretina*.(39)

Los ácidos biliares, el ácido biliar cólico y quenodesoxicólico, se sintetizan en el hígado a partir del colesterol y se conjugan con lisina o taurina. Al estar ionizados a pH neutro, los ácidos biliares conjugados se encuentran como sales de sodio o potasio, conocidos como *sales biliares*. Los ácidos biliares secundarios se forman por desconjugación y deshidroxilación de las sales biliares primarias a través de las bacterias intestinales para formar ácido desoxicólico y litocólico (excretado en heces). Se absorben en íleon a través de transporte activo y se absorbe casi 95% de la reserva total, el resto se sintetiza en el hígado. Este reciclado de sales biliares se conoce como **circulación enterohepática de sales biliares**, al llegar al hígado nuevamente vía portal, los hepatocitos los captan y reconjugan para ser secretados nuevamente a la vesícula, este proceso se realiza de tres a cinco veces para la digestión de una comida normal. (39)

En el intestino delgado las sales biliares cumplen dos importantes funciones: la primera es que ayudan a emulsionar las grasas, que es la disminución de la tensión superficial, favoreciendo la fragmentación a partículas de menor tamaño las grandes partículas de grasas de los alimentos convirtiéndolas en partículas pequeñas que serán digeridas por las lipasas pancreáticas, y segundo ayudan a la absorción de los productos finales de la digestión de las grasas (ácidos grasos, monoglicéridos, colesterol y otros lípidos en el sistema digestivo) a través de la mucosa intestinal. Las sales biliares además permiten el transporte por el torrente sanguíneo de las grasas biliares mediante la formación de micelas, que permiten el transporte por el torrente sanguíneo de las grasas (35,39).

Además de la excreción biliar, el **hígado** también interviene en múltiples funciones relacionadas con el metabolismo de los nutrientes: en los carbohidratos influye en el mantenimiento de la glucemia durante la fase de ayuno y favorece la glucogenólisis (**figura 16**) y la gluconeogénesis (**figura 15**) se activan en la presencia de glucagón, liberada por el páncreas endocrino por efecto de la disminución de las concentraciones séricas de glucosa; en la etapa posprandial la liberación de insulina favorece la captación de glucosa por el hígado, necesaria para la síntesis de glucógeno y triglicéridos, para mantener las reservas de energía en el hígado y tejido adiposo, respectivamente. (35,39).

Los triglicéridos también son almacenados temporalmente en el hígado, usa los ácidos grasos como principal combustible y participa en la síntesis de lipoproteínas para el transporte endógeno de ácidos grasos, triglicéridos y colesterol, el hígado sintetiza esta sustancia a partir de otros componentes como los ácidos grasos saturados. Por su parte, el metabolismo de las proteínas, el hígado se relaciona con la desaminación de aminoácidos, por el cual los esqueletos carbonados de estos puedan participar en la producción de energía, síntesis de glucosa o ácidos grasos; el grupo amino se utiliza para la síntesis de amonio y urea, desechos tóxicos que deben ser eliminados a través de la orina. Sintetiza también proteínas plasmáticas como la albúmina, las globulinas α y β , la protrombina y el fibrinógeno. Cumple un papel en la detoxificación de sustancias como el etanol y la excreción de fármacos; modifica químicamente y excreta hormonas tiroideas y esteroideas a través de la bilis; funciona como almacén de vitaminas A, B₁₂, D, E y K y minerales como el hierro o el cobre; junto con la piel y los riñones participa en la síntesis de vitamina D. (35,39).

INTESTINO DELGADO

Es la porción más larga del sistema gastrointestinal (mide de 3 a 6 m) y tiene dos funciones principales: finalizar el proceso de digestión química y favorecer la absorción de la mayor parte de los nutrientes. Se divide en tres segmentos: duodeno, yeyuno e íleon. La parte más proximal y se conecta con el estómago mediante el píloro, y su parte más distal, se conecta con el intestino grueso mediante la válvula íleocecal. El **duodeno** constituye la primera porción y la más corta del intestino, con una longitud de 25 cm, esta recibe las secreciones pancreáticas y biliares por el colédoco. El **yeyuno** es la segunda sección del intestino delgado y abarca el 40% de su extensión, y tiene una longitud de 1 m aproximadamente. El **íleon** es la tercera y última porción, se encarga de vaciar el contenido del intestino grueso y representa el 60% de la superficie intestinal midiendo 6 m aproximadamente. (35,39).

DIGESTIÓN

Como se describió anteriormente, la digestión se divide en dos partes la digestión química y la digestión mecánica, que inicia en la cavidad oral con la interacción de los nutrientes con las enzimas para el inicio de la hidrólisis. Gracias al peristaltismo producido en todo el tubo digestivo, especialmente en el estómago, el *quimo* llega al **intestino delgado** donde se presentan también dos tipos de movimiento: las contracciones de mezcla y las contracciones de propulsión. (39)

- a. **Contracciones de mezcla o segmentación:** se inducen con la llegada del alimento al intestino, provocando distensión y posteriormente contracciones concéntricas a lo largo de todo el intestino, esto genera una segmentación de este quedando dividido tomando un aspecto de cadena de salchichas, estas contracciones permiten fragmentar el quimo facilitando así la mezcla de este con las sustancias presentes en el intestino delgado.
- b. **Contracciones de propulsión:** las ondas peristálticas empujan el quimo por todo el intestino delgado moviéndose en dirección descendente hacia el ano, su función no solo se limita a esto sino también permiten extenderlo por toda la superficie de la mucosa intestinal para favorecer la absorción de nutrientes. Esta es estimulada por varios factores como son el reflejo gastroentérico causado por la distensión estomacal al llegar el alimento, además de varios factores hormonales como la

gastrina, la colecistocinina, la insulina, la motilina y la serotonina, por otro lado, la secretina y el glucagón inhiben la motilidad. La válvula ileocecal evita el reflujo del contenido fecal hacia el intestino delgado durante estas contracciones, un *reflejo gastroileal* permite el vaciamiento del contenido hacia el ciego, este se produce en el momento que se ingiere otra comida pues se aumenta el peristaltismo como se ha descrito previamente. Esta permanencia del quimo en el íleon permite la absorción adecuada de los nutrientes.

La **digestión química** se produce en los nutrientes para facilitar su absorción, estos son los macronutrientes (proteínas, lípidos y carbohidratos) y los micronutrientes. Se produce por acción de las enzimas producidas a lo largo de todo el tracto digestivo, además de los jugos pancreáticos y la bilis. (35,39) A continuación, se revisará la digestión de los macronutrientes puesto que los micronutrientes se absorben directamente en el intestino y muchos provienen de la hidrólisis de estos macronutrientes., como se verá más adelante.

Hidratos de carbono

Los carbohidratos que se consumen en la dieta (grandes polisacáridos) se digieren mediante hidrólisis para liberar oligosacáridos y después monosacáridos y disacáridos que serán fácilmente absorbidos por el intestino delgado. (35,39,41)

La hidrólisis de los hidratos de carbono, mediada por las enzimas digestivas como catalizadores, se produce por la unión de una molécula de agua a un disacárido, por ejemplo, dividiéndola en dos monosacáridos unidos a un ion de hidrógeno (H^+) y a un ion hidroxilo ($-OH$). (39,41) La dieta humana tiene tres fuentes importantes de carbohidratos: la sacarosa, la lactosa y los almidones. Al momento de la ingesta, los alimentos se mezclan con *ptialina*, esta se encarga de hidrolizar el almidón, convirtiéndolo en maltosa que es un disacárido, sin embargo, solo el 5% de estos almidones logran ser digeridos en la boca. Llegado el alimento al estómago, continúa su digestión en el fondo y cuerpo gástricos durante 1 h antes que los alimentos se mezclen, formando el quimo, su actividad enzimática desaparece en un medio muy ácido, en este momento el 30 al 40% de los almidones están hidrolizados. De 15 a 30 minutos después del vaciamiento gástrico al duodeno, el jugo pancreático se encarga de terminar el trabajo previamente iniciado. Al llegar el quimo a la porción proximal del yeyuno, todos los hidratos de carbono se han convertido en maltasa y otros polímeros muy pequeños de glucosa. (35,39)

En este estado, cuatro enzimas producidas por los enterocitos de las vellosidades del intestino delgado: lactasa, sacarasa, maltasa y α -dextrinasa, estas se encargan de descomponer disacáridos que responden a los nombres de cada enzima. La lactosa se fracciona en galactosa y glucosa, la sacarosa se divide en fructosa y glucosa, la maltosa y los múltiples polímeros pequeños en moléculas de glucosa (**figura 12**). De esta manera los productos finales son absorbidos inmediatamente y pasan al torrente sanguíneo para continuar con sus vías metabólicas. (35,39)

Proteínas

El proceso de hidrólisis en las proteínas sucede en el momento en el que se introducen moléculas de agua, eliminando en cada enlace peptídico un ion hidroxilo y uno ion de hidrógeno en el siguiente aminoácido, este proceso es mediado por las enzimas proteolíticas como la pepsina. (39,41)

La digestión de las proteínas inicia en con la pepsina en el estómago en un medio ácido producido por el ácido clorhídrico. Esta enzima se caracteriza por su capacidad de digerir el colágeno presente en el tejido conjuntivo intercelular de las carnes, para continuar con la digestión de las proteínas de la carne se debe primero digerir estas fibras. Esta contribuye del 10 al 20% a la hidrólisis de las proteínas convirtiéndolas en proteosas, peptonas y algunos polipéptidos. A nivel del intestino delgado, la mayor parte de la digestión proteínica se da gracias a las enzimas proteolíticas del páncreas (tripsina, quimotripsina, carboxipolipeptidasa y protelastasa). La tripsina separa las moléculas en pequeños polipéptidos, posteriormente la carboxipolipeptidasa libera uno a uno los aminoácidos al romper los extremos carboxilo de los polipéptidos. La proelastasa se convierte en elastasa y digiere las fibras de elastina encargadas de mantener la arquitectura de las carnes. (35,39)

El paso final de la digestión proteínica se da en la luz intestinal, donde los enterocitos producen peptidasas, enzimas encargadas de terminar de digerir los dipéptidos y tripéptidos restantes, esto se hace mediante dos importantes enzimas: las *dipeptidasas* y la *aminopeptidasa*. Terminado este proceso los múltiples péptidos generados pasan inmediatamente a la sangre portal en las vellosidades del intestino delgado. (39)

Lípidos

La hidrólisis, también mediada por las enzimas digestivas, ingresa tres moléculas de agua, separando los ácidos grasos y el glicerol. (39,41) La digestión de las grasas inicia en la boca, gracias a la *lipasa lingual* secretada por glándulas linguales, gracias a esto se digiere una pequeña cantidad de triglicéridos en el estómago (10% de todas las grasas). Pasa al estómago en el cual inicia la *emulsión de las grasas* con la mezcla de grasas con los jugos gástricos, de allí pasa al intestino delgado donde por acción de la bilis (que se revisará más adelante) las regiones polares de las moléculas de las sales biliares y la lecitina son hidrosolubles pero el resto de sus porciones son liposolubles por esta razón estas se disuelven en la capa superficial de los glóbulos lipídicos, haciendo sus polos también hidrosolubles, permitiendo que estos se fragmenten con facilidad con la agitación del agua en los jugos intestinales (hidrólisis). (39)

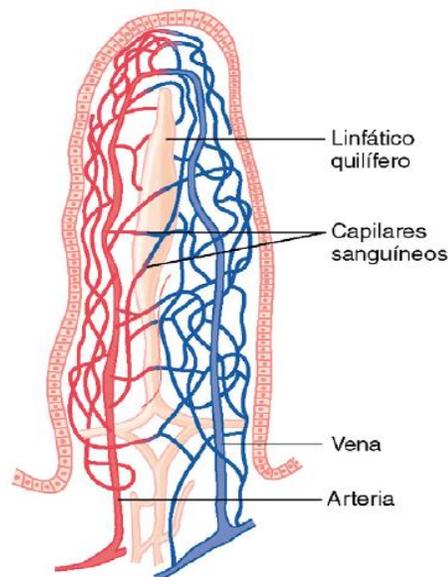
Con el avance de este proceso la superficie expuesta es mucho mayor, y allí entran las lipasas (pancreática e intestinal) a tener contacto con la superficie de los glóbulos de grasa en un medio hidrosoluble. Estas se encargan de llevar las moléculas de grasa ingeridas a ser degradados a ácidos grasos libres y 2-monoglicéridos. Las sales biliares desempeñan un papel de gran importancia, separando los monoglicéridos y los ácidos grasos libres de otros glóbulos de grasa que están en proceso de digestión, formando las micelas, un glóbulo de grasa formado por el encapsulamiento de la grasa en un núcleo de esterol que tiene la sal biliar, evitando que este se una a los glóbulos de grasa que aún no han sido digeridos, y así ser transportados por el torrente sanguíneo. También transportan monoglicéridos. Por su parte, el colesterol y los fosfolípidos se hidrolizan por acción de dos enzimas la *hidrolasa de los ésteres de colesterol* y la *fosfolipasa A₂*. (39)

ABSORCIÓN

La superficie lineal del intestino delgado es aproximadamente $\frac{1}{2} \text{ m}^2$, pero su superficie real de absorción asciende a 250 m^2 , esto se debe a las vellosidades y microvellosidades intestinales. Las vellosidades son proyecciones de 0,5 a 1 mm de alto que incrementan el área de superficie epitelial para absorción y digestión, confieren a la mucosa un aspecto aterciopelado y están tapizadas de enterocitos maduros que facilitan la absorción. Su epitelio se encuentra tapizado por células caliciformes encargadas de la secreción de moco que protege la mucosa y facilita la movilidad del quimo por su extensión. Posee unas

depresiones por toda su superficie llamadas criptas de Lieberkühn; las células de las criptas secretan el jugo intestinal, líquido amarillo que contiene agua y moco, cuyo pH es 7,6, que unido a los jugos pancreáticos favorece la absorción en las microvellosidades; estas también se encargan de sintetizar la *secretina* (células S) y la *colecistocinina* (células CCC), que son liberadas al estómago demorando el vaciamiento en la **fase intestinal** de la digestión. Llegando al páncreas y al hígado, la *colecistocinina* estimula el incremento de secreción de jugos pancreáticos y la liberación de bilis; y la *secretina*, que se activa por acción mecánica o estimulación vagal, favorece la secreción biliar con mayor contenido de bicarbonato para alcalinizar el quimo. Los enterocitos además se encargan de generar enzimas que digieren y a la vez absorben los nutrientes a través de la pared intestinal, estas enzimas son: peptidasas, sacarasa, maltasa, isomaltasa y lactasa y lipasa intestinal. Otras células de la cripta son las células K, que se encargan de producir *péptido insulínico dependiente de glucosa*, las células de Paneth secretan lisozima que mantiene la población microbiana intestinal. El íleon contiene numerosas placas de Peyer, descritos a profundidad en el

Figura 37: Organización funcional de las vellosidades intestinales.



Tomado de *Fisiología de Guyton* Capítulo 65, pág. 794

capítulo 4.3.(35,39) Cada vellosidad tiene una arteriola, un capilar linfático y una vena, esto con la finalidad de realizar el proceso de transporte de los nutrientes absorbidos **(figura 37)**. (35,39)

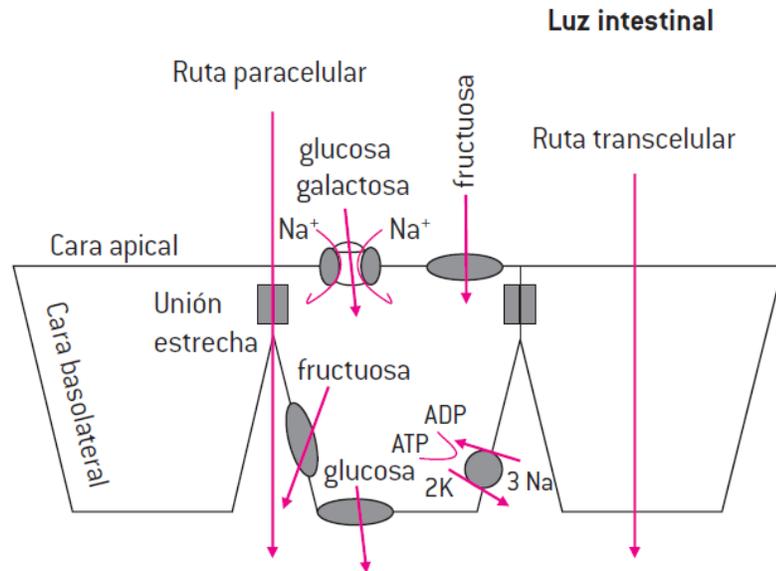
La cantidad total de líquido que se absorbe en el intestino es 1,5 litros, más el contenido de las secreciones gastrointestinales (7 litros aproximadamente), lo que da un total de 9 litros, quedan únicamente de esos 1,5 litros que pasan al colon. En el estómago no se produce una absorción importante, en su mucosa se absorben sustancias muy liposolubles como son el alcohol y algunos fármacos en pequeñas cantidades **(figura 39)**. (35,39)

La mayor cantidad de absorción de nutrientes se produce en la mucosa del intestino delgado además de las vellosidades se produce también en los *pliegues de Kerckring* que llegan a triplicar la superficie de absorción, por su parte las vellosidades aumentan 10

veces la superficie de absorción. También se presenta en las células en forma de cepillo microvellosidades que participan en la absorción de los nutrientes. Estos tres sistemas conllevan a un aumento de la superficie casi mil veces (250 m²) en la totalidad del intestino delgado.

El intestino delgado tiene la capacidad de absorber hasta varios kg de carbohidratos 500 - 700 gramos de grasas y proteínas, 50 a 100 gr de iones además de 20 o más litros de agua al día. La absorción de **agua** se transporta a través de la membrana celular por difusión obedeciendo a la osmosis ya que cuando el quimo está bien diluido el

Figura 38: Transporte especializado para nutrientes hidrosolubles



Tomado de *Fisiología de la Nutrición*. Cap. 2. Pág. 33

paso del agua por las vellosidades se da casi en su totalidad por este medio, sin embargo, el agua también puede transitar en sentido opuesto, entrando al intestino, cuando el quimo es una solución hiperosmótica. (39)

Los **hidratos de carbono** se absorben en forma de monosacáridos y en menor proporción como disacáridos; el más abundante de los monosacáridos es la *glucosa*, representando el 80% de las calorías procedentes de los carbohidratos, el 20% restante son la galactosa y la fructosa. Su absorción se hace por medio de transporte activo utilizando el sodio como vehículo (**figura 38**), esta cruza las membranas de las células intestinales reduciendo la concentración intracelular de esto obligando a entrar a los iones de sodio del lumen intestinal, se combina con una proteína de transporte junto con la glucosa, así se transportan juntos al interior de la célula. Allí la glucosa y la galactosa son transportadas al espacio paracelular y de allí a la sangre. La fructosa por el contrario se transporta por difusión facilitada, dentro de la célula, esta se fosforila y se convierte en glucosa pasando a la sangre posteriormente. (39)

Las **proteínas** se absorben en el duodeno y el yeyuno con el mecanismo de transporte con el sodio, de la misma manera que la glucosa, este recibe el nombre de *transporte activo de los aminoácidos y los péptidos*. Algunos aminoácidos pueden pasar por difusión facilitada, se han identificado cinco tipos de proteínas de transporte debido a las diversas propiedades de unión de los diferentes aminoácidos y péptidos. Existen entonces cuatro sistemas dependientes del sodio: uno para aminoácidos ácidos, otro para aminoácidos básicos, un tercero para aminoácidos neutros cortos y el último para aminoácidos neutros largos. Se absorbe de 95 a 98% de los aminoácidos presentes en la luz intestinal. (39)

Los **lípidos** se absorben en las micelas biliares, por difusión facilitada o a través de la bicapa lipídica de la cara apical de las membranas de los enterocitos, debido al tamaño de estas partículas (3 a 6 nm) se transportan hacia la superficie de las microvellosidades de

Tabla 15: Absorción y transporte de las vitaminas

VITAMINA	ABSORCIÓN	TRANSPORTE
Vitamina C (ácido ascórbico)	Se realiza rápidamente en el TGI mediante transporte activo dependiente de iones de sodio, y es dependiente de la dosis	Su transporte en las células sanguíneas como dehidroascorbato transformándose en ascorbato (metabolito activo)
Vitamina B1 (Tiamina)	Se realiza en el yeyuno por transporte activo, fosfatasa intestinales hidrolizan las formas coenzimáticas para la absorción. Cantidades grandes saturan el sistema y se absorben por difusión pasiva.	Se transporta al hígado por vía portal, allí se fosforila formando el pirofosfato de tiamina (TPP)
Vitamina B2 (Riboflavina)	La separación de formas coenzimáticas se realiza en el estómago, para posteriormente ser absorbido en la parte proximal del intestino delgado por transporte activo, la secreción biliar favorece la absorción de riboflavina	Se transporta en la sangre unida a la albúmina y a las inmunoglobulinas a todos los tejidos, especialmente a hígado, riñón y miocardio
Vitamina B3 (Niacina)	Sus formas activadas (ácido nicotínico y nicotinamida) se absorben a lo largo del intestino delgado por difusión facilitada y difusión pasiva en cantidades aumentadas	Se transporta en el plasma en sus formas activadas de manera libre, entran a los tejidos y se transforman en coenzimas NAD y NADP
Vitamina B5 (ácido pantoténico)	Se encuentra en sus formas activas: ACP y coenzima A se hidrolizan en el intestino y se absorben en el yeyuno por medio del transporte activo.	Circula en el torrente sanguíneo de forma libre siendo captada y transformada por los tejidos
Vitamina B6 (piridoxina)	El piridoxal fosfato (PLP), la forma activa es absorbida a nivel del yeyuno por medio del transporte activo.	El PLP circula en el plasma unido a la albúmina y a los eritrocitos por la hemoglobina, para entrar a los tejidos se hidrolizan por fosfatasa alcalina, fosforilándose una vez más adentro.
Vitamina B8 (biotina)	Se encuentra unida a las proteínas de los alimentos, una vez hidrolizadas los restos oligopéptidos de biotina se hidrolizan por la biotindinasa, para ser absorbida en el yeyuno e íleon por transporte activo.	Circula de forma libre en el plasma, ligada a proteínas para alojarse en los tejidos, preferiblemente en hígado, riñón y SNC.
Vitamina B9 (ácido fólico)	Digeridos por los poliglutamatos en el estómago, se absorben en el intestino delgado como monoglutamatos por transporte activo por la <i>proteína ligante de folatos</i>	Se difunden por la circulación hacia el hígado, donde son metabolizados en 5-metil-tetrahidrofolatos para ser circulado en los tejidos
Vitamina B12 (cianocobalamina)	Las cobalaminas son liberadas en la digestión de las proteínas y unidas a proteína R de saliva y estómago, se absorbe en íleon terminal por acción de tripsina y bicarbonato	Su transporte en plasma se da ligadas a proteínas específicas las transcobalaminas, en el espacio intracelular se reducen formando cobalto I y D13 II

VITAMINAS LIPOSOLUBLES	Vitamina E (tocoferol)	Se da en la porción media del intestino en presencia de sales biliares y lipasa pancreática, depende de la capacidad del organismo de absorber la grasa	Se transporta en las lipoproteínas plasmáticas siendo distribuida paralelamente a los lípidos totales, se incorpora a los quilomicrones
	Vitamina K	Se absorbe con la ayuda de las sales biliares en la parte alta del intestino por transporte activo. La menaquinona, sintetizada por la microbiota, se absorbe en el íleon y colon por difusión simple	Se transporta al hígado por medio de los quilomicrones para ser posteriormente transportadas a los tejidos por las lipoproteínas VLDL y LDL
	Vitamina A (retinol)	En el ID los ésteres de retinol son hidrolizados a retinol por estereasas pancreáticas y lipasas, siendo absorbida fácilmente en duodeno y yeyuno por difusión facilitada. Los carotenoides pueden absorberse intactos o en moléculas de retinol	Los quilomicrones contienen ésteres de retinol y retinol libre, se liberan a la linfa alcanzando la vía sanguínea posteriormente a hígado, médula osea y bazo, en menor cantidad a testículos, riñón, adipocitos y m. esquelético. Los carotenos se transportan por VLDL
	Vitamina D (Calciferol)	Se absorbe con las grasas del duodeno y el íleon gracias a ácidos biliares para la producción de micelas	Se incorpora a los quilomicrones y se transporta por la vía linfática para ser metabolizada en el hígado. Puede ser transportada por lipoproteínas

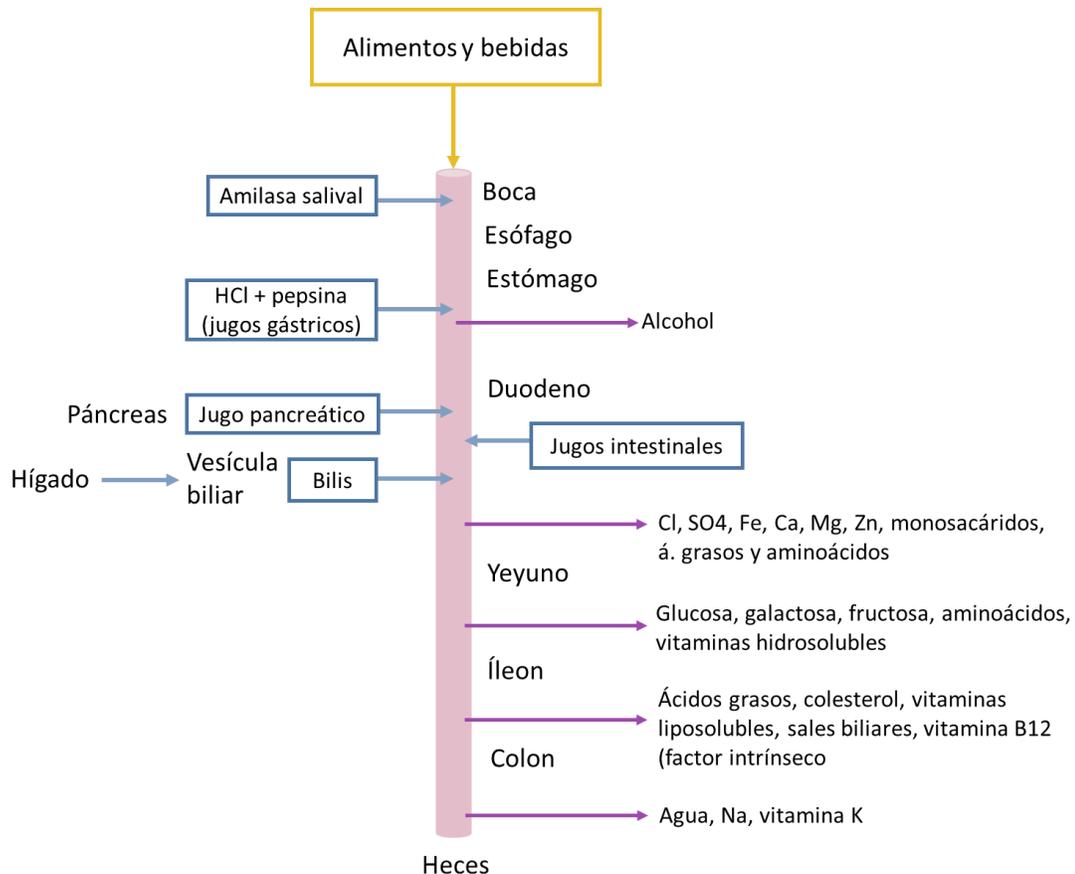
Fuente: elaborada por la autora.

las células de cepillo de la mucosa intestinal penetrando las hendiduras entre cada microvellosidad. Al hacer esto, los ácidos grasos y los monoglicéridos se difunden al exterior de las micelas y pasan al interior de la célula epitelial, dejando a las micelas en el quimo para seguir transportando otros lípidos. Intracelularmente, los lípidos son captados por el retículo endoplásmico liso y aparato de Golgi donde se forman triglicéridos nuevamente que viajarán como *quilomicrones* (como se revisa su formación en el **capítulo 3.1**) a través de la membrana celular para finalmente llegar a la linfa por el conducto linfático torácico. Algunos ácidos grasos de cadena corta y media son absorbidos directamente para la sangre portal ya que son hidrosolubles. (39)

Los micronutrientes, que son sustancias orgánicas e inorgánicas esenciales para el mantenimiento de la salud, se dividen en vitaminas, ya sean hidrosolubles o liposolubles, y minerales. En la **tabla 15** se profundiza sobre la absorción de las vitaminas (5,37).

Los minerales u oligoelementos se absorben en distintas porciones del intestino: la absorción de **sodio** se transporta activamente por la membrana celular intestinal, para evitar la pérdida neta de sodio por las heces, se absorben 25 a 35 gramos de este ion. En la diarrea, las reservas de este se disminuyen. La excreción de sodio en condiciones normales no supero el 0,5%. De manera pasiva, por difusión, durante este proceso bioquímico el sodio arrastra el **cloro** ingresándolo a la célula. Por su parte, el **bicarbonato** se absorbe por un mecanismo indirecto: al absorberse los iones de sodio se secretan hacia la luz intestinal iones de hidrógeno, estos iones se combinan con el bicarbonato formando

ácido carbónico, que posteriormente se disocia en agua y anhídrido carbónico que traspasa la membrana celular con mayor facilidad para ser eliminado vía pulmonar. El **calcio, hierro, potasio, magnesio y fósforo** se absorben de manera activa según las **Figura 39: Absorción de nutrientes en las porciones del tubo digestivo**



Tomado de *Fisiología de la Nutrición. Cap. 2. Pág. 34*

necesidades del organismo. El **flúor** se absorbe por difusión simple en casi toda su totalidad; el **cobre** es captado por el transportador DMTI y HCTRI, es quelado en el citoplasma y así es transportado a distintas chaperonas de la célula, también depende de las necesidades del organismo; la absorción del **zinc** también depende del estado nutricional del individuo y es captado también por DMTI y HCTRI. El **selenio**, se absorbe por difusión simple; la absorción del **manganeso** es muy baja, viéndose muchas veces inhibido por el hierro, se cree que se realiza por un transportador activo; el **chromo** es absorbido en yeyuno por difusión pasiva. En la **figura 39** se presenta un esquema que representa el tubo digestivo y los lugares donde se grafica los lugares de absorción en cada sección de este.(39)

INTESTINO GRUESO

Se localiza en la porción distal del sistema gastrointestinal, entre el íleon (válvula íleocecal) y el ano. Mide 1,5 m de longitud y tiene 6,5 cm de diámetro; se divide en cuatro porciones: el ciego, colon, recto y conducto anal. El **ciego** es un “saco” cerrado en su extremo distal de 6 cm de longitud que incluye el *apéndice*, un conducto contorneado de 8 cm de longitud. El **colon** ocupa la mayor superficie del intestino grueso, y a su vez, se divide en *colon ascendente*, *transverso*, *descendente* y *sigmoides*. El **recto** es una sección corta (20 cm) que se encuentra en el extremo final del intestino grueso, que se conecta con el canal anal. El **ano** presenta dos esfínteres: *esfínter interno* de músculo liso (involuntario) y un *esfínter externo* de músculo esquelético (voluntario) que en condiciones normales se mantiene cerrado, y se abre para la eliminación de los desechos.

Sus células se dedican principalmente a la absorción de agua y solo produce moco para la protección de su pared mucosa, esta también posee criptas de Lieberkühn, pero carece de vellosidades, este moco que se produce tiene una cantidad moderada de bicarbonato, esta está modulada por la estimulación táctil directa de las mucosas de la superficie interna del intestino grueso y reflejos nerviosos locales. El intestino grueso no produce enzimas, utiliza las enzimas bacterianas de la flora para digerir, sintetizar y aprovechar muchos sustratos como carbohidratos no digeridos en el intestino delgado, síntesis de algunas vitaminas y producción de algunos gases. Entonces las principales funciones del intestino grueso son (39):

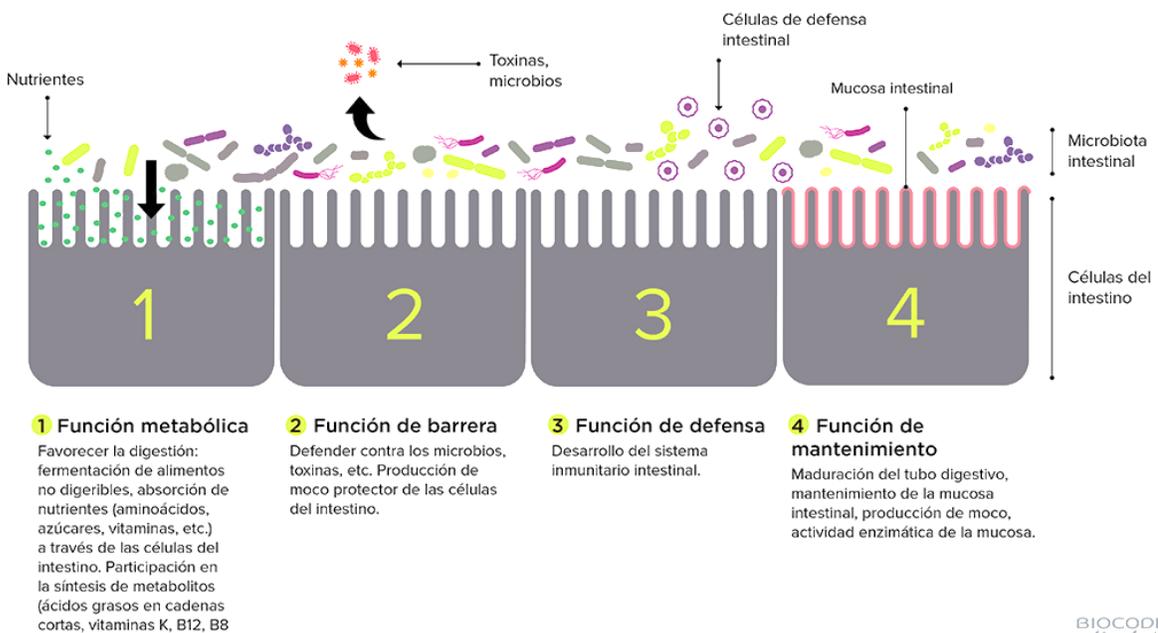
- ✓ Absorción de agua y electrolitos de los alimentos y bebidas consumidos: aproximadamente un litro.
- ✓ Formación y almacenamiento de las heces fecales, la materia fecal se deshidrata y se mezcla con bacterias y moco
- ✓ Fermentación microbiana: los microorganismos intestinales son susceptibles a digerir algunos restos alimentarios, como la hemicelulosa y las fibras solubles (**capítulo 3.1**) y liberar hidrógeno, dióxido de carbono y metano, relacionados con la formación de los flatos expulsados por el ano.

De los 1500 ml de quilo que pasan al colon por la válvula ileocecal, las heces contienen únicamente 100 ml de líquido, ya que dentro de este se absorbe una buena cantidad de agua y casi la totalidad de iones. La mayor actividad de absorción dentro del intestino

grueso sucede en la mitad proximal, en la otra mitad se almacenan las heces hasta su excreción.(35,39) Tiene la capacidad de absorber agua, iones de sodio, cloro y algunas vitaminas, además que secreta iones de bicarbonato que neutralizan la acidez generada por la fermentación de la fibra bacteriana. Las uniones estrechas entre las células epiteliales que revisten la mucosa del colon evitan la difusión retrógrada de iones, absorbiendo el sodio de manera más efectiva que el intestino delgado. Este gradiente osmótico que se crea por la absorción de los iones de sodio y cloro favorece la absorción de agua. El colon puede absorber un máximo de 5 a 8 litros de agua y electrolitos al día, cuando este límite se sobrepasa el exceso se elimina como diarrea como sucede en algunas enfermedades infecciosas intestinales que aumentan la producción de líquido. (39)

Para el adecuado funcionamiento del intestino la **microbiota o flora intestinal** juega un papel fundamental, cumplen funciones específicas en el organismo hospedero, está compuesta por 10^{13} a 10^{14} microorganismos cuyo genoma combinado es conocido como **microbioma**; dentro de este predominan Bacteroides (mayor cantidad), Bifidobacterias y Eubacterium. Estas viven en su gran mayoría en el colón, el intestino delgado posee poca cantidad de microorganismos. Las bacterias poseen enzimas para digerir carbohidratos (como la celulosa, xilán, arabinosa y pectina), ayudan a la síntesis de proteínas y también aportan vitamina K, B1, B2, B12 y ácido fólico, aquellas que no se pueden sintetizar en el

Figura 40: Funciones de la microbiota intestinal



Tomado de <https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/es/intestinal>

organismo; producen además ácidos grasos de cadena corta, mediante la fermentación de fibra dietética como el ácido butírico, propiónico y acético, estos funcionan como sustrato energético para la células colónicas permitiendo mantener su integridad y su función. (47,48) Ocupan espacios que podrían ocupar otros microorganismos patógenos y producen moléculas que ayudan a regular el funcionamiento del sistema inmune intestinal. Sus funciones se dividen en cuatro descritas en la **figura 40**. (35,39,49)

Los movimientos del **colon** tienen como funciones la absorción de agua y electrolitos procedentes del quimo para formar heces sólidas; y el almacenamiento de la materia fecal hasta el momento de la expulsión. Como todos los órganos descritos previamente, el colon también tiene movimientos de mezcla y de propulsión (35,39):

- a. **Movimientos de mezcla:** también presenta movimientos de segmentación, aquí suceden como grandes constricciones circulares se contraen alrededor 2,5 cm casi obstruyendo la luz intestinal al tiempo, se contraen las tenias cólicas que conjuntamente forman las protrusiones llamadas *haustros*, de esta manera el contenido fecal va siendo exprimido y empujado lentamente extrayendo el agua y electrolitos de este.
- b. **Movimientos propulsivos:** estos dependen de un movimiento de masa que es un peristaltismo modificado que consiste en la aparición de un *anillo de constricción* en respuesta a la distensión o irritación de una zona del colon transversal, posteriormente la zona distal del anillo de constricción pierde sus haustros contrayéndose como uno solo empujando el bolo fecal en masa a la siguiente porción del colon, cuando esta llega al recto aparecen las ganas de evacuar.

El resultado final de la absorción del tubo digestivo son las **heces** que están compuestas por tres cuartas partes de agua y una cuarta de materia sólida que contiene: 30% de bacterias muertas, 10 a 20% de grasas, 10 a 20% de materia inorgánica, entre un 2 y 3% de proteínas y un 30% de productos no digeridos y componentes secos de los pigmentos biliares y las células epiteliales desprendidas. El color pardo de las heces se debe a la estercobilina y la urobilina, derivados de la bilirrubina, el aroma de la materia fecal se debe a la acción bacteriana que depende de la flora residente de cada persona. (39)

La necesidad de defecar surge en el momento en el que las heces llegan al recto, este casi nunca contiene heces debido a que existe un débil esfínter funcional entre el ano y la unión del sigmoide y el recto, además de un ángulo agudo que aporta una resistencia adicional para este llenado. (35,39)

Un *movimiento de masa* fuerza a las heces a entrar al recto y allí en el momento de la defecación hay una contracción refleja del recto y la relajación de los esfínteres anales. El ano presenta dos esfínteres: el *esfínter anal interno* que es un engrosamiento del músculo liso circular de varios centímetros de longitud y el *esfínter anal externo* que está compuesto por músculo voluntario estriado inervado por fibras del nervio pudendo que rodea el esfínter interno y se extiende a partir de él en sentido caudal. (39)

Este proceso inicia gracias a los *reflejos de defecación*, uno de ellos es un *reflejo intrínseco* mediado por el sistema nervioso entérico de la pared rectal: en el momento en el que las heces entran al recto la distensión de esta emite señales aferentes por el plexo mientérico iniciando el peristaltismo que impulsa la salida de las heces, se relaja el esfínter interno del ano y voluntariamente el esfínter externo. Este reflejo es débil para generar este proceso solo, por lo que se genera el *reflejo parasimpático de la defecación* donde intervienen fibras nerviosas provenientes del sacro, estas estimulan las terminaciones nerviosas del recto produciendo un aumento de las ondas peristálticas. (39)

Las señales aferentes de la defecación que llegan a la medula espinal inician otros efectos como la inspiración profunda, el cierre de la glotis y la contracción de los músculos de la pared abdominal para impulsar el bolo fecal, al tiempo que los músculos del piso pélvico descienden y se relajan empujando el ano para la expulsión de los desechos. (39)

4.2 ¿Qué es la fascia?

Para el doctor Andrew Taylor Still, padre de la osteopatía, la fascia es “...ese principio el que envuelve, impregna, divide y subdivide cada porción de todos los cuerpos animales; rodeando y penetrando cada músculo y todas sus fibras, cada arteria, y cada fibra y principio que le pertenece, y se vuelve más maravilloso a medida que tu mirada se vuelve hacia el sistema venoso con su gran compañía de linfáticos, que suministra el agua de la vida...”(50)

La definición más completa de fascia está planteada por Schleip et al. que dicta lo siguiente: *“consiste en el continuo tridimensional de tejidos conectivos: fibrosos, blandos, colágenos, laxos y densos que impregnan el cuerpo. Incorporando elementos tales como tejido adiposo y vainas neurovasculares, aponeurosis, fascias profundas y superficiales, epineurio, cápsulas articulares, ligamentos, membranas, meninges, expansiones miofasciales, periostio, retináculo, septos, tendones, fascias viscerales y todos los músculos, intramuscular y tejidos conectivos intermusculares incluyendo endo, peri y epimisio. El sistema fascial penetra y rodea a todos los órganos, músculos, huesos y fibras nerviosas, dotando al cuerpo de una estructura funcional y proporcionando un ambiente que permite que todos los sistemas corporales operen de manera integrada.”*(51)

El tejido fascial es una red de fibras, compuestas por colágeno y elastina, que se distribuyen en el todo el cuerpo y se introducen en la matriz extracelular por medio de las integrinas (a través de un estrés mecánico se transfieren estímulos al interior celular orientando múltiples procesos celulares), está compuesta por glucoproteínas y proteoglicanos, además de contener dentro de sí ácido hialurónico y líquido intersticial. Poseen en toda su extensión células parecidas histológicamente a los fibroblastos además de los telocitos, que en principio fueron descritos por Ramón y Cajal en 1911 como “neuronas intersticiales” por sus proyecciones citoplásmicas (telópodos) y fueron encontradas entre las terminaciones nerviosas y musculo liso; estudios posteriores demostraron que no son neuronas y su nombre cambió a “células intersticiales de Cajal” y fue hasta el 2010 que fueron llamadas telocitos. (52–54)

Entre ellas forman una red tridimensional, además de establecer contacto con otras células por medio de los telópodos como lo son: linfocitos, macrófagos, células madre, terminaciones nerviosas, células epiteliales, otras células inmunitarias, ácnos glandulares, capilares y miocitos; se han encontrado a nivel pulmonar, útero, páncreas, intestino, útero, próstata, corazón, músculo liso y estriado, hueso y medula ósea, mesenterio, piel, glándula mamaria y hasta placenta. Sus funciones aún no han sido claramente establecidas, sin embargo, se cree que cumplen funciones de soporte estructural, además de la probable regulación de la homeostasis tisular local, señalización celular de corto alcance con las células locales, regulación de respuesta inmune por medio de la expresión de IL-6 e IL-10, estas se han visto expresadas en múltiples enfermedades inflamatorias y autoinmunes, y por último se considera que constituyen el nicho de células madre intestinales que se

encuentran en la base de las criptas, se encargan de producir enterocitos maduros encargados de la absorción intestinal. (52,55)

Algunos receptores de superficie celular, como algunas integrinas, se unen a componentes moleculares de la matriz extracelular y la fascia, entre ellos se encuentran en abundancia proteoglicanos, colágeno y la fibronectina, esta varía dependiendo del tejido donde se encuentre. (53,56,57) Aparte de proporcionar sostén mecánico a los tejidos y crear una red sobre el cual las células pueden moverse, ejecuta funciones específicas dependiendo del tejido, como: fuerza en un tendón, amortiguación en el cartílago y adhesión en la mayoría de los tejidos. Los cambios en los componentes moleculares de la MEC como son la remodelación, degradación y resintetización pueden llegar a modular las interacciones celulares con el entorno. También cumple la función de depósito para muchas moléculas de señalización extracelular encargadas de controlar el crecimiento y diferenciación celular, influye en la morfogénesis en estado embrionario debido a su papel en la adhesión celular. (58,59)

Anatómicamente, la fascia se divide en superficial y profunda. La **fascia superficial** se encuentra en la hipodermis, entre la piel y la capa profunda de la fascia conectándose por medio de ligamentos muy pequeños a la piel y a la fascia profunda. La **fascia profunda** va paralela a la superficial cubriendo estructuras internas como los músculos, paquetes vasculonerviosos y al hueso, directamente al periostio; la cara solo posee fascia superficial. En las extremidades las fascias se engruesan formando compartimentos musculares, llamados tabiques intermusculares; en las articulaciones la fascia se envuelve sobre sí misma y forma los retináculos, también se encuentra en las cavidades del cuerpo: torácica, pélvica y abdominal. En el cráneo esta la fascia extracraneal que envuelve los músculos faciales y del cráneo, a nivel intracraneal la representación de la fascia son las meninges: la duramadre posee dos capas, la externa y la interna, la primera se adhiere a las suturas craneales y a la base del cráneo y la interna que se dirige hacia la medula espinal estas se repliegan formando la hoz del cerebro, el diafragma de la silla turca y la tienda del cerebelo; la piamadre y la aracnoides, forman estas dos leptomeninges el espacio subaracnoideo, por donde circula el líquido cefalorraquídeo, esta área posee múltiples trabéculas que contienen en su interior fibroblastos formando una red. (51,54,55)

En el abdomen, la fascia se extiende anterolateral y posteriormente, además del peritoneo. Estas se encargan de envolver los músculos de la pared abdominal y la aponeurosis de

estos, tanto externa como internamente; por su parte el peritoneo parietal es una capa transparente y serosa que se encarga de envolver la cavidad abdominopélvica, y el peritoneo visceral que envuelve cada órgano abdominal. (55,60)

Las funciones de la fascia dependen del sitio donde se encuentre, esta envuelve, penetra, apoya a los vasos sanguíneos, el tejido óseo, el tejido meníngeo, los órganos, los músculos y las articulaciones, formando así una estructura mecánico-metabólica tridimensional. Se ha observado que las enfermedades sistémicas que generan desorden visceral, metabólico, alimentario y/o postural afectan la fascia al disminuir su capacidad mecánica permaneciendo crónicamente en este, volviendo el movimiento lento y generando metabolitos anaeróbicos reconocidos por el sistema nervioso central (SNC) como cansancio o fatiga. Como se habló previamente de las funciones de los telocitos y los fibroblastos, la fascia influye en el sistema inmune; en un estado patológico la alteración de las funciones generan un ambiente inflamatorio crónico que conduce a la fibrosis, sensibilizando los receptores nociceptivos, esto se debe a la disminución de la viscoelasticidad del ácido hialurónico que altera la distribución de la fuerza en el tejido fascial, que produce un medio inflamatorio siendo detectado por fibroblastos generando edema y así aumentando la tensión, la isquemia y posteriormente rigidez y dolor. Desde la medicina osteopática los movimientos impresos en la fascia permiten recuperar su tono, densidad y viscosidad para mejorar el movimiento y así su función. (50,55,61)

La osteopatía actúa sobre el sistema fascial efectuando procesos biológicos benéficos sobre este, lo hace por medio de dos modalidades: la manipulación indirecta donde se requiere la exageración del patrón de tejido disfuncional, esto hace que el tejido restringido se relaje o se induce un cambio beneficioso; la otra forma es la manipulación directa que implica la aplicación de fuerza contra una barrera de resistencia produciendo un cambio en el comportamiento tisular. Una revisión realizada por Parravicini et al. mostró que el estiramiento de la fascia afecta la forma de los fibroblastos subcutáneos al modificar la distribución de la α y β -actina del citoesqueleto, también se observó que la fascia presenta un aumento de la rigidez seguido de un estiramiento isométrico, generando un aumento en la hidratación del tejido y elasticando este con el tiempo. Se ha demostrado que las terapias manuales son un tratamiento eficaz para aliviar la inflamación crónica sistémica y localizada, aún se desconoce el mecanismo por el cual la terapia manual lo realiza; se ha planteado, además, que el sistema fascial induce mediadores proinflamatorios, como

interleuquinas, en las lesiones por movimientos repetitivos, causantes de lesiones mecánicas, que las técnicas osteopáticas en fascia pueden revertir estos efectos. (55,62)

4.3 Inflamación, GALT y efecto homing

En esta sección se hablará de la respuesta inmunitaria en la inflamación, el papel del tejido linfóide intestinal (GALT) y el efecto homing en el síndrome de inflamación de las mucosas.

INFLAMACIÓN

Se define como el conjunto de mecanismos de respuesta del sistema inmune en los tejidos a una agresión infecciosa, física, química o autoinmune, para localizar, aislar y destruir el agente agresor. En ella participan células, citoquinas, receptores y componentes de la matriz extracelular, además de los sistemas de complemento, cininas y coagulación. (39,63,64)

Es un proceso benéfico y normal del cuerpo, sin embargo, si se inicia este sin una causa clara o se prolonga de forma innecesaria, produce daño tisular, manifestaciones clínicas importantes e inclusive la muerte. La inflamación actúa sinérgicamente con los demás mecanismos de los sistemas inmunes innatos, encargado de actuar en el primer contacto con la agresión y adquirido que es una respuesta inmune específica. Este proceso se caracteriza por (39,63):

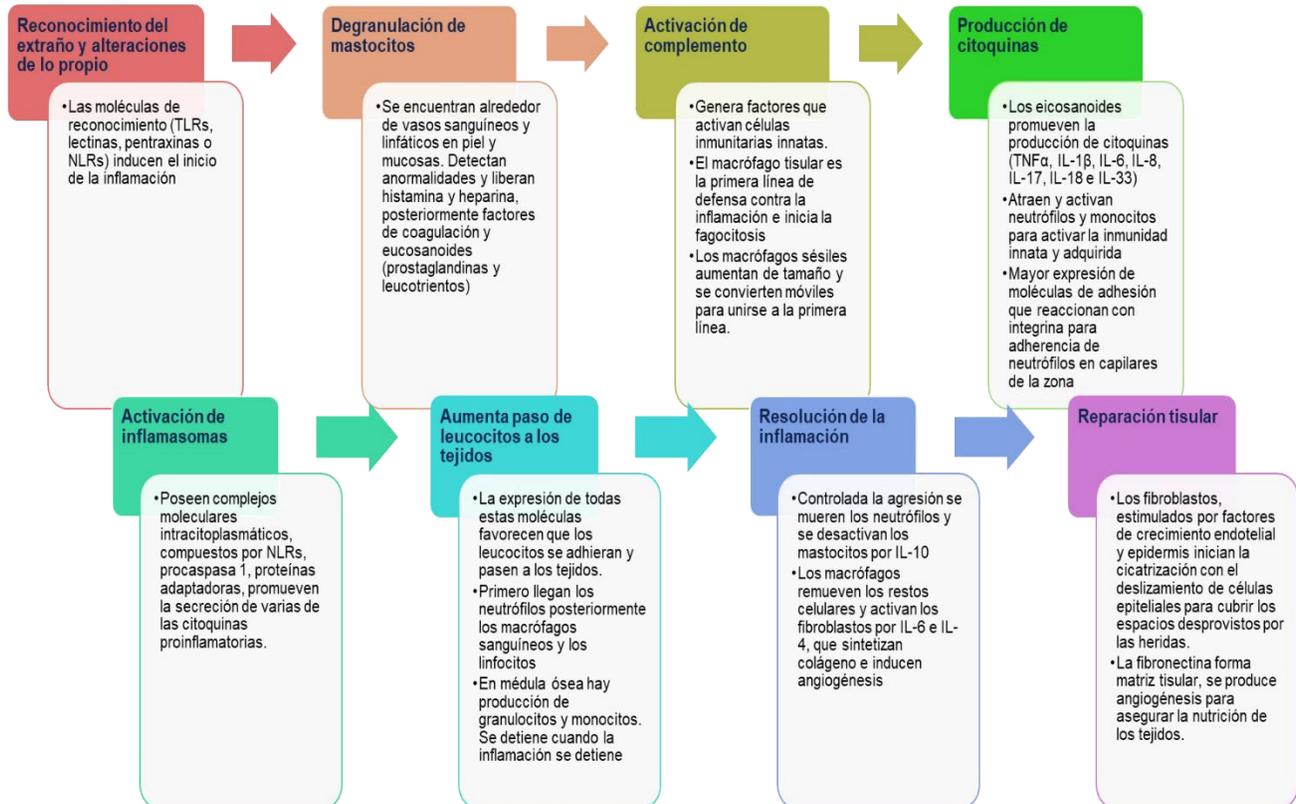
- ✓ Vasodilatación sanguínea local y en consecuencia el exceso de flujo sanguíneo en los tejidos afectados.
- ✓ Aumento de la permeabilidad de los capilares, permitiendo la fuga de grandes cantidades de líquido hacia los espacios intersticiales.
- ✓ A menudo la coagulación del líquido en los espacios intersticiales por un aumento
- ✓ de fibrinógeno y otras proteínas que salen del torrente sanguíneo.
- ✓ Migración de un gran número de granulocitos y monocitos al tejido
- ✓ Tumefacción de las células tisulares.

La inflamación aguda se acompaña de una respuesta sistémica que se caracteriza por fiebre, leucocitosis, aumento de producción de ciertas hormonas (como la insulina), producción de ciertas proteínas como la proteína C reactiva (PCR) que se fija en la membrana del patógeno activando el complemento facilitando su fagocitosis. A nivel local

se produce edema, calor, rubor y dolor, en este proceso participan sistema circulatorio, sistema inmune y sistema nervioso. (39,63,65)

Posee un componente local y sistémico, en el primero participan macrófagos y neutrófilos

Figura 41: Etapas de la inflamación



Fuente: elaborado por la autora.

además del endotelio vascular; el segundo está a cargo de la activación de los sistemas de complemento coagulación y las quininas, además de la producción de metaloproteinasas, metabolitos del ácido araquidónico y citoquinas, que facilitan la vasodilatación localizada y así el incremento de la permeabilidad capilar facilitando el paso de líquido células y moléculas a los tejidos. (39,63,66) En la **figura 41** se expone paso a paso el proceso de inflamación.

Los factores encargados del control de la inflamación están formados por los macrófagos en los tejidos inflamados, estos son:

- El factor de necrosis tumoral (TNF)
- Interleucina 1 (IL-1)
- Factor estimulador de colonias de granulocitos-monocitos (GM-CSF)

- d. Factor estimulador de colonias de granulocitos (G-CSF)
- e. Factor estimulador de colonias de monocitos (M-CSF)

Toda esta combinación constituye un mecanismo de retroalimentación poderoso que comienza con la inflamación tisular y conduce a la formación de un gran número de leucocitos defensivos encargados de eliminar la causa de la inflamación. (39,63,67)

Inflamación crónica

Si el agente agresor que estimula la inflamación no puede ser controlado por la fagocitosis o la inmunidad específica mediada por los linfocitos, su presencia perpetuará la reacción inflamatoria acompañado posteriormente por la formación de granulomas. Los granulomas es una neogénesis similar a un ganglio linfático con acúmulo de macrófagos y células gigantes multinucleadas (células de Langhans, frecuentes en infecciones, y cuerpo extraño presentes como en la sarcoidosis y afecciones donde no se determina el agente etiológico) rodeadas por linfocitos (CD4 y CD8), dentro de este se forman nuevos vasos por donde transitan los linfocitos. (39,63,68)

Los linfocitos dentro liberan múltiples citoquinas que mantienen el proceso inflamatorio activo en el afán de destruir o aislar el agresor. Existe una respuesta linfocitaria Th1 y Th2, además de una producción local de IL-13 que propicia el desarrollo de fibrosis secundaria a la producción de colágeno por la multiplicación de fibroblastos. La **fibrosis** se genera por un exceso en la producción de tejido conectivo como consecuencia de un proceso inflamatorio desencadenada por quemaduras, traumas, infecciones, afecciones autoinmunes, materiales extraños (implantes mamarios), algunos tumores; puede suceder para rellenar algún vacío que no logre ser reparado con células normales. (39,63,66)

También se perpetúa la liberación de cininas mediadoras de la inflamación, produciendo degranulación de los neutrófilos que liberan enzimas y dañan los tejidos adyacentes. Estos procesos inflamatorios son en parte responsables del desarrollo de diabetes mellitus tipo II, afecciones autoinmunes y metabólicas. (65) El sedentarismo refuerza estos procesos debido a que el tejido adiposo se ve infiltrado por células proinflamatorias como linfocitos T activados y macrófagos encargados de liberar adipoquinas, encargadas de incrementar la resistencia a la insulina y al desarrollo de la arterioesclerosis y de afecciones neurodegenerativas. Con la obesidad, el incremento del tejido adiposo se acompaña con un aumento de la producción de citoquinas proinflamatorias como factor de necrosis

tumoral, leptina, IL-6, IL-18, además de una disminución de la adiponectina (hormona producida por los adipocitos que participa en el metabolismo de la glucosa y los ácidos grasos). (63,65)

Estrés oxidativo

El estrés oxidativo es un proceso caracterizado por un desequilibrio bioquímico entre la producción de radicales libres (átomo o molécula inestable y reactivo que tiene un electrón no apareado que es buscado en moléculas vecinas afectando la fisiología de las células oxidando los lípidos de la membrana, carbohidratos, proteínas e incluso el ADN) o especies reactivas respecto a los antioxidantes que poseen implicaciones en la homeostasis del organismo por daño a nivel celular, tisular y sistémico. Este proceso se ha asociado con la fisiopatología de una gran cantidad de enfermedades crónicas y/o degenerativas, como la artritis reumatoide, enfermedades neurodegenerativas, diabetes mellitus, entre otras. (41,65)

La producción de radicales libres no siempre debe considerarse como un proceso dañino ya que se generan naturalmente durante el metabolismo, la fagocitosis, metabolismo del ácido araquidónico, radiaciones ionizantes, contaminación ambiental, tabaquismo, ejercicio excesivo, entre otros. En un proceso de inflamación crónica se favorece el incremento de radicales libres y estrés oxidativo. (58,65)

TEJIDO LINFOIDE ASOCIADO AL INTESTINO (GALT)

El tejido linfoide asociado al intestino (GALT) se ubica a lo largo de todo el intestino delgado, un metro lineal de intestino posee 10^{10} linfocitos más que cualquier otro tejido no linfoide del organismo, constituye la parte más extensa y compleja del sistema inmunitario, descarta de manera eficiente patógenos invasivos y antígenos inofensivos en los alimentos y las bacterias comensales. Allí los linfocitos se encuentran en forma libre en la lámina propia y a submucosa entre las células epiteliales, ganglios linfáticos mesentéricos y las placas de Peyer. (63,69,70)

El GALT se divide anatómicamente en dos compartimentos: 1. *GALT organizado*, que se encarga de inducir la respuesta inmunitaria intestinal y está constituido por folículos linfoides aislados, placas de Peyer y ganglios linfáticos mesentéricos; y 2. *GALT difuso* encargado de efectuar la respuesta inmune, está integrado por linfocitos dispersos en el

entramado epitelial o en la lámina propia intestinal. Este tejido linfoide está separado por una capa de células epiteliales columnares, células M (enterocitos especializados en captación de antígenos lumbinales), células secretoras de moco, además de algunos linfocitos intraepiteliales. Los ganglios linfáticos mesentéricos se localizan en el intestino y se dividen en tres regiones de distinta composición celular: corteza, paracorteza y médula. La corteza contiene folículos primarios y secundarios ricos en linfocitos B y células dendríticas, encargadas de internalizar y procesar los antígenos; la paracorteza posee una elevada proporción de linfocitos T y células dendríticas, migran de la corteza allí para presentar el antígeno a los linfocitos Th y linfocitos citotóxicos vírgenes, originando linfocitos T especializados; y la médula contiene linfocitos T, B y células plasmáticas. (70–73)

Por su parte las placas de Peyer son cúmulos de tejido linfático en las paredes intestinales ubicadas en íleon terminal principalmente y se componen de linfocitos B, precursores de células plasmáticas productoras de IgA, linfocitos T CD4 y células dendríticas además presentan vasos linfáticos eferentes únicamente a diferencia de otros tejidos linfoides. Las áreas interfoliculares están compuestas por linfocitos T *helper* (Th), células dendríticas y macrófagos. En la lámina propia, hay células plasmáticas productoras de IgA, linfocitos T, macrófagos, células dendríticas y mastocitos. Es importante destacar el papel de la microbiota, estas interactúan con células presentadoras de antígeno del epitelio, promoviendo una interacción diferente en los linfocitos Th, activando así las células reguladoras y desarrollando tolerancia a estos comensales. (63,70,73)

Algunos de estos microorganismos de la flora intestinal se encargan de producir polisacárido A que frena la producción de IL-17 y estimula IL-10 teniendo así una acción antiinflamatoria, además el intestino recibe la ayuda de cepas no patógenas de salmonelas que secretan factores que impiden que la flora comensal produzca citoquinas proinflamatorias. (63,74)

Respuesta inmunitaria intestinal

Inicia con la captación de antígenos lumbinales, estos pueden penetrar en la mucosa intestinal alcanzando GALT. La membrana apical de las células M favorece la adhesión y captación de antígenos como son macromoléculas, partículas adhesivas, proteínas alimentarias, IgA, virus y bacterias; una vez captada inicia la *transcitosis*: las células M introducen los antígenos por medio de endocitosis o fagocitosis y los transportan en

vesículas hacia la membrana basolateral, que presenta una invaginación intraepitelial que posee linfocitos y macrófagos que procesan estos antígenos para ser presentados después, donde son liberados al espacio extracelular. (70,75)

En el espacio extracelular los antígenos son transportados hasta las células presentadoras de antígeno (APC) localizadas en la cúpula de las placas de Peyer. Estas interiorizan y procesan los antígenos captados hasta volverlos péptidos antigénicos que serán expresados en la membrana plasmática asociados al complejo mayor de histocompatibilidad (MHC) para ser reconocidos por el receptor de los linfocitos T. Los linfocitos Th activados pueden diferenciarse en Th1 o Th2, dependiendo el perfil de citocinas que secretan; los Th1 secretan interferón γ , IL-2, linfotóxina o factor de necrosis tumoral β , estas se encargan de defender por fagocitosis el intestino; por otro lado, las Th2 producen IL-4, IL-5 e IL-13 que actúan como mediadores a reacciones alérgicas y defensa contra parasitosis. También se diferencian en linfocitos T reguladores (Tr) que se encargan de secretar IL-10 y factor de transformación del crecimiento β (TGF β) que regulan la respuesta inflamatoria y crean tolerancia ante antígenos inocuos que provienen de la dieta y el microbiota. (17,63,70,75)

Las citocinas IL-4, IL-5 y TGF- β inducen la síntesis de IgA en los linfocitos B de los folículos de las placas de Peyer, desde allí migran hacia los ganglios linfáticos mesentéricos donde maduran; ya maduros se dirigen a la circulación sistémica por medio del conducto torácico, harán varias recirculaciones y posteriormente migrarán a los tejidos efectores, a esto se le conoce como efecto *Homing* del cual se hablará más adelante, dependiendo de la irrigación, la inflamación, las señales hormonales, expresión molecular de linfocitos T, citoquinas, antígenos y producción de quimioquinas en los endotelios. Los linfocitos que llegan a la lámina propia intestinal se distribuyen por distintos compartimentos, los linfocitos Th y T citotóxicos permanecen latentes en la lámina propia actuando como células de memoria hasta encontrarse nuevamente con el antígeno para ejercer sus funciones, las células plasmáticas permanecen allí hasta terminar su maduración a células secretoras de IgA. (63,70,76)

La inmunoglobulina A es la más abundante presente en las mucosas, sobre todo en la mucosa intestinal, y es la encargada de defender el organismo frente a toxinas y patógenos evitando su paso al plasma sanguíneo, la IgA luminal puede formar inmunocomplejos con el antígeno patógeno o de la dieta evitando la penetración intraluminal de estos o captando

los antígenos de forma sub o intraepitelial. Su producción está regulada por IL-5, IL-6 e IL-10 que facilitan la fase final de maduración de linfocitos B en células plasmáticas secretoras de IgA. Es abundante a nivel intestinal ya que no desencadena respuesta inflamatoria ni se produce proteólisis de esta. En la superficie intestinal también se encuentran en menor proporción la IgM y la IgG, estas se aumentan en pacientes con deficiencia de IgA como mecanismo compensatorio, sin embargo, no suplen totalmente las funciones de IgA. (63,70)

EFEECTO HOMING

Como se describió previamente, los linfocitos B de las placas de Peyer migran hacia los ganglios mesentéricos, después a los conductos eferentes y por último entran a la circulación sistémica por medio del conducto torácico, allí realizan un recorrido variable, sobre todo por las mucosas del tejido linfoide asociado a mucosas (MALT) localizado en las mucosas del tracto respiratorio, urogenital y gastrointestinal, posteriormente regresando a su punto de partida. (8,63,70)

El efecto *Homing* de los leucocitos, proviene de la palabra en inglés “home” que se refiere al regreso de su sitio de sensibilización antigénica, esto explica entonces enfermedades intestinales inflamatorias (enfermedad de Crohn y colitis ulcerosa), síndrome de intestino irritable, gastritis, esofagitis, asma, rinitis, vulvovaginitis, laringitis y faringitis, que conforman el Síndrome de la Inflamación de las Mucosas (SIM). Este recorrido se realiza a través de los receptores llamados *Homing*, moléculas de adherencia y quimioquinas de señalización, esto quiere decir que la integración armoniosa y control de la respuesta inmunes está dada por el tráfico regulado de leucocitos especializados a los microambientes inmunológicos y a la especificidad tisular del *Homing*. Este se da por la señalización mediada por moléculas de adherencia en el endotelio, como la selectina E, y por receptores de migración de leucocitos, como la selectina L y $\alpha 4\beta 7$ integrina expresada en los linfocitos. La integrina $\alpha 4\beta 7$ actúa sobre el linfocito T activando la migración en la mucosa intestinal además los linfocitos T CD4+ productoras de la integrina $\alpha 4\beta 7$ pueden producir una mayor cantidad de interferón γ , creando así una relación entre el *Homing* y la producción de citoquinas. (8,63,77)

Un ejemplo claro de esta transferencia inmunológica está dado en la madre lactante, el recorrido de la leche materna hacia las vías digestivas del bebé, ya que por medio de esta pasa información inmunológica asegurando la supervivencia del recién nacido. Se ha

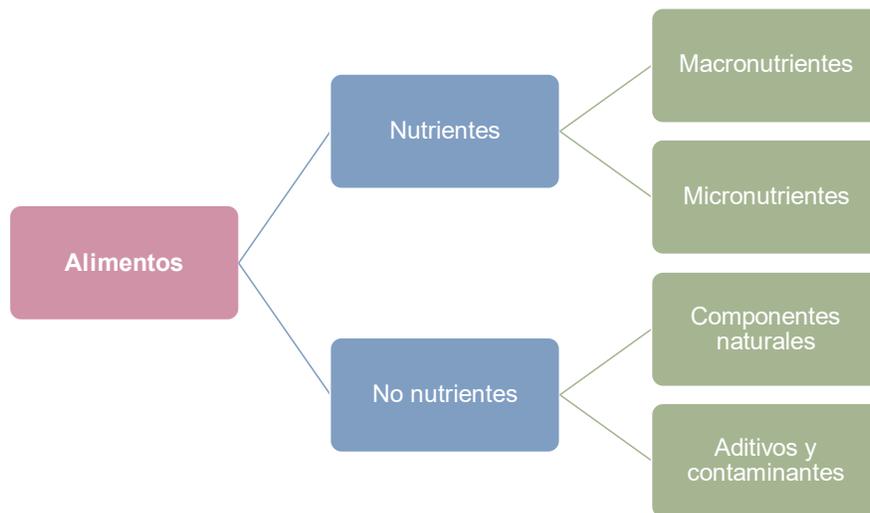
evidenciado que la leche pasa de las vías digestivas, pasa a la circulación sanguínea y posteriormente es eliminada por la orina, ya que se comprobó que la orina de los bebés alimentados por leche materna presentaba una mayor cantidad de glucoconjugados y oligosacáridos, importantes en la protección inmunológica intestinal, a comparación de los bebés alimentados por fórmula. (8,78) Otro ejemplo se encuentra en un mecanismo fisiopatológico del síndrome de intestino irritable se han visto involucrados en este proceso agentes infecciosos 7 al 33% de los pacientes que presentaron una gastroenteritis infecciosa desarrollaron la enfermedad, ya que se evidencia una inflamación intestinal persistente y la activación del sistema inmune. (6,78)

El *Homing* también se presenta en órganos conectados a las mucosas del sistema inmune común de las mucosas. Un ejemplo relevante es la relación con las articulaciones, ya que el efecto *Homing* podría estar involucrado en la artropatía asociada a la enfermedad intestinal inflamatoria; la capacidad de memoria del linfocito y otras células leucocitarias pueden relacionarse con la artritis reumatoide pues se ha encontrado la presencia de la proteína 3 α inflamatoria del macrófago y su ligando CCR6 en el líquido sinovial, proteínas que tienen propiedades quimiotácticas e indican un señalamiento específico. Se evidencia entonces que la información inmunológica captada en los órganos linfoides puede transferirse, como es claro en la enfermedad alérgica, sin embargo, aún no se ha recogido suficiente evidencia para demostrar la interrelación de las mucosas y el compromiso sistémico en la enfermedad inflamatoria de las mucosas. (8)

5. La ciencia de los alimentos funcionales

La alimentación es el conjunto de eventos, voluntarios y periódicos, que deben tener lugar para que un individuo pueda llevarse a la boca un alimento, comprende una necesidad biológica básica para la conservación de la vida; siendo el alimento una fuente de origen animal o vegetal que posee los nutrientes. Además de la fracción nutritiva formada por estos, los alimentos también contienen una parte no nutritiva que es mucho más abundante y está constituida por dos partes: los componentes naturales y los no naturales (5,35) Se observa, en la **figura 42**, la composición de los alimentos. Entre otras formas, los alimentos se clasifican en dos grandes grupos: los alimentos naturales, y los alimentos procesados. Se dará especial énfasis en los alimentos naturales que su estudio es de gran interés en este trabajo.(5,36,79,80)

Figura 42: Composición de los alimentos



Fuente: elaborado por la autora.

Los alimentos naturales además de su tener nutrientes poseen compuestos bioactivos, definidos como sustancias que influyen en la actividad fisiológica de un organismo que, tras su ingesta, se obtiene un beneficio para la salud. (81) En el **capítulo 3** se exponen las

características y el metabolismo de los nutrientes y las funciones, la digestión y absorción de los macro y micronutrientes de la dieta en el **capítulo 4.1**.

Los **componentes naturales no nutritivos** son sustancias orgánicas que no cumplen una función nutritiva en el organismo, sin embargo, son compuestos bioactivos, sustancias que tienen una acción biológica, que se ha demostrado que, en ocasiones, traen beneficios a la salud si se consumen regularmente; su estudio ha dado origen a *la ciencia de los alimentos funcionales* y de su mano a la industria de los alimentos funcionales. (82,83) Entre los numerosos componentes bioactivos, se encuentran compuestos bioactivos de origen animal y vegetal. Los compuestos de origen vegetal son una abundante cantidad de sustancias (fitoquímicos) que gracias a su consumo regular juegan un papel importante

Tabla 16: Compuestos bioactivos de origen vegetal

COMPUESTO BIOACTIVO	FUNCIONES	EJEMPLOS	ALIMENTOS	
Fenoles	Flavonoides	Protegen al organismo del daño causado por rayos UV, sustancias tóxicas en los alimentos, contaminación ambiental, entre otros	Flavonoles (quercetina, Kaempferol), flavonas (apigenina, luteolina, catequinas (catequina epicatequina), flavononas (hespentina), isoflavonas (genisteína) y antocianinas (cianidina, pelargonidina)	Uvas, soja, brócoli, manzana, soya, cerezas, repollo rojo, cítricos, puerros, rábano, remolacha, huevo (luteína) té verde y negro, chocolate y vino tinto
	Estilbenos	Efecto cardioprotector por inhibición de la oxidación de LDL, agregación plaquetaria y síntesis de eicosanoides	Resveratrol, astingina, pterostilbeno	Piel de las uvas, vino tinto y cacahuates
	Taninos	Posee propiedades antitumorales, antimutagénicas, antidiabéticas, antiproliferativas, modula la microbiota intestinal actuando como antibiótico natural	Proantocianidinas y taninos hidrolizables	Hojas de té, piel de frutos secos, chocolate, canela, clavo, granada, uvas, frijoles, granada
	Cumarinos	Efecto antitumoral, antiarrítmicos, antiinflamatorios, antisépticos, analgésicos, antihipertensivos.	Cumarina, warfarina	Canela, nuez moscada, plátanos, chocolate, papa.
	Ácidos fenólicos	Efectos antioxidantes de LDL, disminuyen el estrés oxidativo en todo el organismo, beneficios en el tránsito intestinal	Derivados del Acido hidroxibenzoico (ácido gálico, ácido vanílico) y del ácido cinámico (ácido caféico, ácido ferúlico, curcumina, capsaicina)	Cúrcuma, mostaza, manzanas, papas, hojuelas de trigo, granos, pimientos rojos, ají
	Lignanós	Efectos antioxidantes, actividad antitumoral	Secoisolaricresinol, matairesinol	Semillas de calabaza, ajonjolí, centeno, soja, brócoli, frijoles
Terpenoides	Carotenoides	Actúan como provitamina A en la conversión de retinol, potenciadores positivos de la respuesta inmune	Carotenos (β -caroteno, α -caroteno), xántodilas (luteína, zeaxantina, β -criptoxantina)	Zanahoria, tomates, naranja, mango, melocotón, papaya, guayaba, ciruelas.
	Fitoesteroles	Bloquean la absorción del colesterol a nivel intestinal, protegiendo la salud cardiovascular.	Ergosterol, β -sitosterol, campesterol, estigmasterol, sitosterol, campestanol, estigmastanol	Nueces, aceites, maíz, coles, espárragos, lechuga, cebolla, manzana, fresa, clavo, orégano, menta, romero, gengibre, canela.
Compuestos azufrados	De aliáceas	Antihipertensivo, procesos antiinflamatorios, antitumoral	Alicina, aliína, sulfuro de dialilo	Ajo y cebolla
	Glucosinolatos	Anticancerígenos	S-glicósidos, β -tioglucosa, aglicona, sinigrina	Mostaza, rábanos, repollo, coliflor

Fuente: elaborado por la autora.

como factores protectores frente al estrés oxidativo y la carcinogénesis, por ejemplo. Se estima que una dieta mixta puede llegar a contener entre 60.000 y 100.000 compuestos bioactivos distintos con efectos benéficos en la salud. En la **tabla 16**, se observa la clasificación de los componentes bioactivos de origen vegetal, destacando algunos ejemplos de ellos por su función y la presencia de estos en los alimentos. Por su parte Los compuestos de origen animal, además de los nutrientes conocidos, también se aportan sustancias bioactivas.(42,83–86)

En la **tabla 17** se enuncian otros compuestos bioactivos de origen animal (algunos de origen vegetal) y sus fuentes alimentarias. En esta no se incluyen un compuesto bioactivo de gran importancia que son los probióticos, de los cuales se profundiza más adelante, estos mejoran la digestibilidad de la lactosa, aumenta la absorción de calcio, modula el sistema inmune y regula el equilibrio de la flora intestinal. Es significativo recalcar que no son los únicos compuestos bioactivos de los que se obtiene un efecto benéfico para la salud, los **nutrientes** inclusive presentan efectos benéficos aparte de la nutrición, como algunas vitaminas, sin embargo, esto es un tema controversial para algunos autores que excluyen a los nutrientes del grupo de compuestos bioactivos. (83,87–90)

El efecto positivo de la alimentación en la salud es el objetivo de la nutrición clásica, hasta hace tres décadas, que el objetivo de la nutrición moderna es contribuir a la mejora de la salud de la población mediante la prevención eficaz de las enfermedades crónicas. El comienzo de esta nueva era tuvo lugar en Japón a comienzos de 1980, debido al aumento de la esperanza de vida de la población se generaron altos gastos sanitarios, por lo que el gobierno se vio obligado a implementar programas de prevención de la enfermedad crónica. Se financiaron tres programas de investigación sobre “análisis sistemático y desarrollo de los alimentos funcionales”, “análisis de la regulación fisiológica de la función de los alimentos” y “análisis de los alimentos funcionales y diseño molecular”. En 1991 este esfuerzo crea una categoría de alimentos potencialmente beneficioso, denominados “Alimentos de uso específico para la salud (FOSHU). Este fue entonces el origen de la ciencia de los alimentos funcionales, pues su interés investigativo hizo que se buscaran las propiedades bioactivas de los alimentos para no solo efectuar funciones nutricionales, sino evaluar la capacidad de estos para prevenir enfermedades y mejorar la salud. (9,82,91)

La ciencia de los alimentos funcionales llegó a Europa en 1995, donde la Comisión Europea puso en marcha la Acción Concertada de *Ciencia de Alimentos Funcionales* (FUFOSE) coordinada por el *International Life Science Institute* (ILSI), cuyo objetivo fue evaluar críticamente la base científica necesaria para proporcionar evidencia de que nutrientes y componentes alimenticios afectan positivamente las funciones del cuerpo humano. El ILSI define que un alimento se considera funcional si se demuestra de manera satisfactoria como afecta benéficamente sobre una o varias funciones específicas del organismo, más allá de sus efectos nutricionales, siendo relevante para mejorar la salud y el bienestar y/o la reducción del riesgo de enfermar. Por su parte la ciencia de los alimentos funcionales es aquella que utiliza componentes biológicos activados que tienen un efecto beneficioso y nutricional en una o varias funciones del organismo llevando a una mejora en la salud o disminución del riesgo de sufrir enfermedades. (83,91,92)

La consecución de este consenso se desarrolló en tres etapas fundamentales: 1. Evaluación crítica de la base científica requerida para evidenciar que compuestos alimentarios afectan positivamente a determinadas funciones diana (respuestas biológicas) del organismo, 2. el examen de los conocimientos científicos disponibles a partir

Tabla 17: Otros compuestos bioactivos de origen animal y vegetal

COMPUESTO BIOACTIVO	FUNCIONES	EJEMPLOS	ALIMENTOS
Opiodes	Regulan el tránsito intestinal, mejoran la digestión y absorción, efecto sedante e hipnótico, mejora la memoria, recuperación de la fatiga mental.	Encefalinas, β -casomorfina, β -lactorfinas, α -lactorfinas, endorfinas	Chocolate, lácteos, cebada, trigo, y centeno, soja, espinaca
Inmunomoduladores	Estimulan la respuesta inmune, estimulan la fagocitosis de eritrocitos por macrófagos del peritoneo, efecto protector frente a infecciones como la <i>K. pneumoniae</i>	Derivados de α -caseína y la β -caseína	Lácteos y derivados, productos cárnicos
Transportadores de minerales	Mejoran la absorción de minerales y metales	Caseinofosfopéptidos (pueden agruparse con Ca, Zn, Ba, Ni, Co y Se)	Lácteos y derivados, productos cárnicos
Antitrombóticos	Reducen los riesgos de los estados de hipercoagulabilidad inhibiendo la agregación plaquetaria	Derivados del extremo C-terminal de la κ -caseína bovina	Productos lácteos
Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina	Reducen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares	Zn-metalopeptido	Carnes animales, pescado, maíz trigo y arroz.
Antioxidantes	Previenen enfermedades degenerativas y el envejecimiento	Tirosina, histidina, triptofano, fenilalanina, cisteína	Soja, huevo, proteínas lácteas, pescado
Antimicrobianos (AMP)	Reducen riesgo de infecciones, controlan el microbioma	Aniónicos, catiónicos de helice alfa, catiónicos enriquecidos con aa específicos (glicina, prolina, fenilalanina), con cisteína.	Proteína láctea
Hipolipemiantes	Reducen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares por competencia de transporte de lípidos con las micelas	IIAEK LPYP y WGAPSL	Soja, lácteos

Ácidos grasos	Omega 3	Disminución de triglicéridos y colesterol (LDL), reducción de agregación plaquetaria, propiedades antiinflamatorias, inhibidor de lipogénesis.	Ácido hexadecatrienoico, ácido estearoico, ácido eicosatetraenoico, eicosapentaenoico, ácido linoleico	Salmón, sardinas, atún, mariscos, aceite de soja, canola, nueces y semillas de linaza
	Omega 6	Disminuye los niveles lipídicos corporales, disminuye la presión arterial, reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, funcionamiento del SN y visual	Ácido linoléico, ácido araquidónico	Semillas de uva, cereales, trigo, panes de grano entero, aceites vegetales (plama, cártamo, onagra, linaza, canola, entre otros), marañón, nueces pecanas.
	Omega 9	Disminución de LDL y colesterol, aumento de HDL, actividad hipotensora, reduce la resistencia a la insulina, aumenta de la inmunomodulación	Ácido oleico, eicosenoico, erúcico	Aceite de oliva, avellanas, cacahuete, pistachos, almendras, margarina de maíz, aceite de maíz, marañones, cacahuete, aguacate, atún, coco, carne de ternera
Micronutrientes	Se, Fe, Cu, Zn, Mn, Ca	Cofactores enzimáticos, estimulación del sistema inmune	-	Abundantes en alimentos de origen animal
	Ácido fólico	Regeneración celular, disminución del riesgo cardiovascular, anticancerígeno, estimulación de la memoria	-	Verduras y hortalizas (espinacas y acelgas preferiblemente), remolacha, coles, arveja, garbanzo, naranja, melón, plátano, almendras, avellanas y aguacate
	Vitamina E	Protección frente a radicales libres, ralentización del envejecimiento, estimulación del sistema inmune	Tocoferol, tocotrienoles	Aceites vegetales, cereales de grano entero, vegetales
	Vitamina C	Antioxidante, estimulación del sistema inmune, ralentización del envejecimiento	-	Cítricos, kiwi, brocoli, espárragos
Polisacáridos y oligosacáridos	Fibra dietética	Regulación de la microbiota intestinal, mejora el tránsito intestinal, dilución de agentes carcinogénicos, aumento de excreción de sales biliares, reducción de colesterol plasmático, regulación de niveles de glucosa	Lignina, celulosa, β -Glucanos, pectinas, gomas, inulina y oligofruktosa, almidón resistente (tabla 2)	Leguminosas, hortalizas, frutas, alimentos con prebióticos

Fuente: elaborado por la autora.

de una perspectiva basada en la función más que un producto, y 3. La elaboración de un consenso sobre modificaciones selectivas (dianas) de los alimentos y los constituyentes alimentarios y sobre las propiedades alternativas para sus aplicaciones. Se ha destacado que un alimento podría no ser necesariamente beneficiosos para todos los integrantes de la población, convirtiendo una tarea clave el establecimiento de la correspondencia entre la ingesta de determinados componentes alimentarios seleccionados y las necesidades bioquímicas individuales evaluando las interacciones génicas y alimentarias. (9,82)

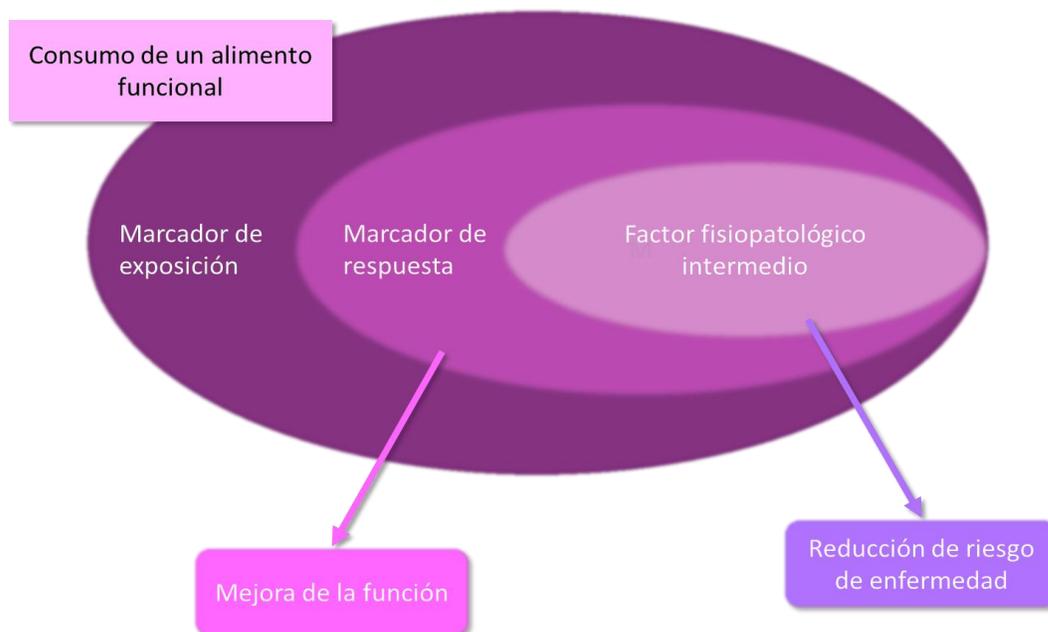
Cabe resaltar que el efecto funcional es distinto del nutritivo y que llega a mejorar funciones fisiológicas incluidas funciones psicológicas además de reducir el riesgo de desarrollar enfermedad. Los alimentos funcionales deben ser un alimento, excluyéndose las píldoras, cápsulas, líquidos o polvos, ya sea un alimento natural o un alimento transformado tecnológicamente ya sea para modificar un componente o para añadir un nuevo elemento. Estas modificaciones no necesariamente determinan que ese alimento se vuelva funcional, sino que es necesario que este muestre un efecto beneficioso para la salud debido a esa transformación. (9,82,83,93) Según el ILSI un alimento funcional puede ser:

- ✓ Un alimento natural

- ✓ Un alimento al que se le ha agregado un componente por medio de la tecnología (ejemplo bacterias probióticas seleccionadas)
- ✓ Un alimento donde la naturaleza de uno o más componentes ha sido variada (ejemplo disminución de ácidos grasos saturados)
- ✓ Un alimento en el cual la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes ha sido modificada (ejemplo los hidrolizados proteicos adicionados en los preparados para lactantes para reducir el riesgo de alergias)
- ✓ Cualquier combinación de las anteriores posibilidades

La ciencia de los alimentos funcionales busca identificar y validar aquellas interacciones benéficas entre un alimento específico y una o más funciones orgánicas. Estas deben estar definidas en relación con un componente bioactivo que tenga una función establecida y esta sea medible por medio de marcadores de función. (82,94) Los marcadores biológicos permiten evaluar las funciones del organismo y a su vez investigar la modulación de los marcadores mediante los alimentos. Estos marcadores biológicos son diversos y se reconocen distintos tipos como son (**figura 43**): *marcadores de exposición*, evalúan la digestibilidad, fermentabilidad, absorción y/o distribución tisular (ej. niveles eritrocitarios de ácido fólico, niveles de omega 3 en plasma, entre otros), *marcadores de respuesta*,

Figura 43: Tipos de marcadores relevantes para la evaluación de los efectos de los alimentos funcionales según FUFOSE.



cambios en los fluidos o tejidos corporales o en una función determinada (ej. que mejoran la función como son aquellos que modifican la presión arterial, tiempo de tránsito gastrointestinal, entre otros) y *factor fisiopatológico intermedio*, medición de un proceso biológico asociado directamente al criterio de valoración (ej. niveles de HbA1C, medición de los niveles de hemoglobina en relación con la anemia, engrosamiento de paredes arteriales en la enfermedad cardiovascular). (9,82)

El trabajo realizado por FUFOSE sirvió de base para el proyecto PASSCLAIM (*Process for Assessment of Scientific Support for Claims on Foods*) financiado también como Acción Concertada por la Comisión Europea para el periodo 2001-2005. Esta consistía en elaborar una herramienta genérica para evaluar la base científica de las declaraciones, que son la información de un producto alimenticio respecto a sus propiedades saludables y benéficas para la salud, y establecer criterios de cómo deben ser identificadas, validadas y utilizadas dichas alegaciones mediante estudios bien diseñados. Este proyecto tuvo una gran importancia debido a que asoció la autorización para la comercialización de los alimentos funcionales al desarrollo científico. (9,91)

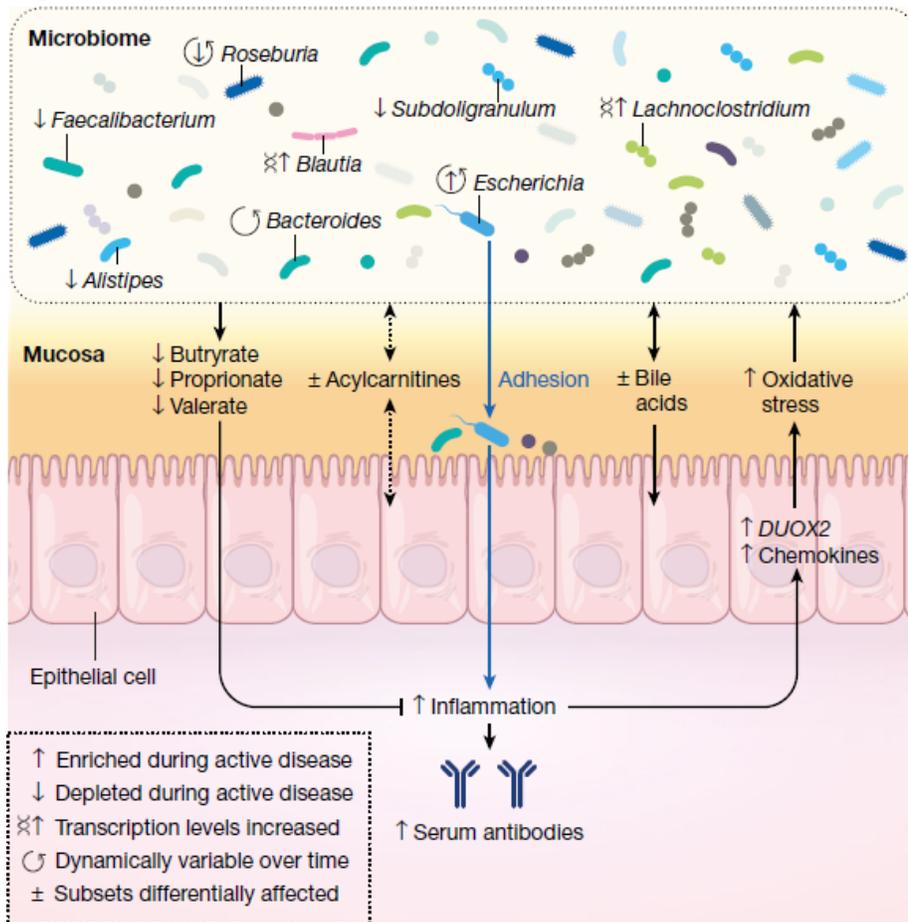
El proyecto PASSCLAIM propuso siete áreas temáticas donde la ciencia de los alimentos funcionales puede mostrar efectos relevantes: patologías cardiovasculares relacionadas con la dieta, salud ósea y osteoporosis, rendimiento y forma física, regulación del peso corporal, sensibilidad a la insulina y diabetes, cáncer relacionado con la dieta, estado mental y rendimiento psíquico, salud gastrointestinal e inmunidad. Por la temática abordada en este escrito, se enfocará en el tópico de salud gastrointestinal e inmunidad. (9,82,83)

Salud gastrointestinal

El estudio de los alimentos funcionales en la salud gastrointestinal es uno de los campos donde se ha avanzado más en investigación, se relaciona con la regulación de la función intestinal y la formación de las heces, además de la regulación de la microbiota intestinal y la mejora en la función del tejido linfoide asociado al intestino (GALT). (83) El intestino grueso posee un ecosistema microbiano complejo, pues las células bacterianas representan aproximadamente un 90% del total de las células del cuerpo humano. La mayoría de las bacterias que habitan allí son anaerobias, las especies más comunes pertenecen al género *Bacteroides*, *Bifidobacterium* y *Eubacterium*.

La **flora intestinal** se encarga de obtener energía mediante la fermentación de residuos alimentarios, especialmente hidratos de carbono no digeridos (fibra dietaria), dejando como productos finales ácidos grasos de cadena corta (ácido butírico, ácido propiónico, entre otros). Los principales sustratos para la fermentación bacteriana son los carbohidratos endógenos (moco intestinal) y los que se han escapado de la dieta (fibra dietaria, almidón resistente, polioles). La fermentación induce cambios en el ambiente metabólico del lumen intestinal que son beneficiosos para la salud, estos son: aumento de la acidez (pH bajo), incremento del agua fecal, descenso de la toxicidad, propiedades laxantes incluido el ablandamiento de las heces, además de una estimulación en la absorción mineral en el colon. El microbioma también cumple una función importante al impedir el crecimiento de bacterias patógenas en el intestino, estableciendo así un equilibrio en el sistema inmunitario resistente a la infección y tolerante a los antígenos, pues la microflora cumple su función protectora en compañía del GALT. Se resalta además

Figura 44: Dinámicas del microbioma en la enfermedad de intestino irritable



Tomado de *The Integrative Human Microbiome Project. Nature 5.2019. Pág 644*

la importancia de las proteínas y aminoácidos como sustratos para el crecimiento de bacterias colónicas; la integridad del intestino grueso y la microflora colónica son clave para determinar las características de las heces, como el peso, la consistencia, la frecuencia y el tiempo de tránsito intestinal total, convirtiéndose en los marcadores más fiables de la función colónica en general. La microflora intestinal es una comunidad interactiva compleja de organismos, tan amplia que es única en cada persona. Sumado a sus beneficios posee la capacidad para metabolizar y detoxificar componentes potencialmente nocivos como los carcinógenos. (9,49,95,96)

En las últimas décadas, el papel de la microflora ha adquirido mucha importancia debido a que se ha visto que este no solo cumple funciones gastrointestinales, sino también se ha observado su relación con la salud mental, la salud cardíaca, inmunológica y oral. (96) La era “ómica” ha acelerado la investigación de aspectos moleculares de la biología, uno de estos ha sido el microbioma humano, *The Integrative Human Microbiome Project*, desde el 2007 ha hecho investigaciones que le ha permitido identificar asociaciones entre los cambios del **microbioma** y algunas condiciones como autismo, cáncer, esclerosis múltiple, asma, pacientes con bypass, eczema, diabetes mellitus tipo 2, obesidad; inclusive la eficacia de medicamentos en condiciones cardíacas. En los estudios de microbioma gastrointestinal se ha visto relacionado con el desarrollo de enfermedades inflamatorias intestinales crónicas (enfermedad de Crohn y síndrome de intestino irritable) asociado a cambios en el estilo de vida relacionados con la urbanización y sus cambios alimentarios, exposición antimicrobiana entre otros que alteran la homeostasis microbiana.

En la **figura 44** se observan las dinámicas del microbioma en el síndrome de intestino irritable, se observa como la disminución de butirato, propionato y valerato aumentan la inflamación y la producción de anticuerpos séricos, exponiendo al sistema, como ya se revisó en el efecto Homing, a una inflamación sistémica de las mucosas y de la fascia. (96,97) Del aumento de interés en el microbioma, desde la ciencia de alimentos funcionales surgieron tres estrategias alimentarias que promueven el mantenimiento del equilibrio de la flora intestinal. Estas se basan en el uso de probióticos, prebióticos y simbióticos. Su objetivo es aumentar o reemplazar la cantidad de organismos de las especies habituales de la microflora en búsqueda de una mejoría del microambiente intestinal, optimizando las funciones de esta en el organismo. A continuación, se desarrolla en más detalle cada uno de estos conceptos.

PROBIÓTICOS

Se definen como cultivos vivos de microorganismos, generalmente bacterias, que sobreviven al tránsito a través de las partes superiores del intestino y particularmente al ambiente ácido del estómago, adhiriéndose y colonizando el intestino y modificando favorablemente el balance microbiano.(36,98) Los alimentos con probióticos por su lado, se definen como una preparación o producto que contiene microorganismos vivos, en cantidad suficiente, que alteran la microflora en un compartimento del huésped y generan así efectos benéficos en este.(82,99,100)

Las actividades realizadas por los probióticos, científicamente probadas, se desataca la **digestibilidad de la lactosa**, en múltiples estudios se observó que pacientes con intolerancia a la lactosa absorbían mejor está contenida en yogur o leche fermentada con *Lactobacillus acidophilus* que la de la leche. Otra actividad es el efecto terapéutico en la **diarrea asociada al uso de antibióticos**, ya que se desequilibra la microflora endógena, alterando los procesos responsables de esta. En el caso de las **infecciones intestinales por bacterias y virus patógenos**, como son *C. difficile*, *H. pylori*, *rotavirus*. Poseen un

Tabla 18: Microorganismos usados como probióticos

LACTOBACILOS	BIFIDOBACTERIA	OTROS
Grupo <i>L. acidophilus</i>	<i>B. longum</i> (BB536)	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>L. acidophilus</i> (LA-5)	<i>B. longum</i> (SP 07/3)	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>L. crispatus</i> (<i>L. acidophilus</i> "Gilliland")	<i>B. bifidum</i> (MF 20/5)	<i>Lactococcus lactis</i>
<i>L. johnsonii</i> (LA-1)	<i>B. infantis</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. gasseri</i> (PA 16/8)	<i>B. animalis</i> (<i>B. animalis</i> ssp. <i>Lactis</i> BB-12)	<i>Propionibacteria</i>
Grupo <i>L. casei</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>E. coli</i> (<i>E. coli</i> "Nissle 1917")
<i>L. (para)casei</i> (<i>L. casei</i> "shirota" <i>L. casei</i> "defensis")	<i>B. breve</i>	<i>Sporolactobac. Inulinus</i>
<i>L. rhamnosus</i> (LGG)		Esporas de <i>Bacillus cereus</i> "toyoi"
<i>L. reuteri</i>		
<i>L. plantarum</i> (299 y 299v)		<i>Saccharomyces boulardii</i>

efecto beneficioso en las **inflamaciones intestinales**, como en el síndrome de intestino irritable, donde puede estar implicada una respuesta inmune anormal, el consumo de probióticos ayuda a la modulación de esta. Entre otros efectos: mejora la vacunación oral, reduce el colesterol LDL, reduce la recurrencia de cáncer de vejiga superficial, tratamiento de alergias, tránsito gastrointestinal alterado, caries, inflamaciones e infecciones urogenitales, alergia atópica en niños. (82,99,101) Los microorganismos usados como probióticos se observan en la **tabla 18**. (99).

Los alimentos con probióticos son alimentos naturales (leche) o elaborados (yogurt) a los cuales se les introducen los cultivos vivos de microorganismos, entre estos encontramos productos lácteos fermentados, como los yogures, queso, helados, también se encuentra en embutidos crudos y cereales de caja a los que se le agrega cultivos de probióticos liofilizados siendo usados como vehículo para estos probióticos secos, sin embargo, no se han testado sus efectos. Los probióticos también se realizan probióticos encapsulados, para asegurar su supervivencia los incorporan en microcápsulas de gel alginato de calcio, goma, gelatina o almidón. (82,99)

El uso de probióticos en los alimentos en Colombia está regulado por la Resolución 333 de 2011, “por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano”, en esta el alimento debe cumplir lo siguiente (36):

1. El microorganismo o bacteria debe cumplir lo siguiente:
 - ✓ Estar vivo, no ser patógeno y su medio natural es el tracto digestivo humano.
 - ✓ Ser capaz de sobrevivir en el tracto intestinal, es decir, ser resistente a los jugos gástricos y los ácidos biliares.
 - ✓ Tener la capacidad de adherirse a la mucosa intestinal.
 - ✓ Tener la capacidad de colonizar el intestino.
 - ✓ Tener la capacidad de sobrevivir a lo largo de la vida útil del producto al cual se adiciona.
2. Debe contener un número mayor o igual de bacterias viables de origen probiótico a 1×10^6 UFC/g en el producto terminado hasta el final de la vida útil.
3. La declaración debe indicar que el consumo adecuado y regular de microorganismos probióticos no es el único factor para mejorar las funciones

digestivas y que existen otros factores adicionales a considerar como el ejercicio físico y el tipo de dieta.

4. Modelo de declaración: “Una adecuada alimentación y un consumo regular de alimentos probióticos, puede ayudar a normalizar las funciones digestivas y regenerar la flora intestinal”

PREBIÓTICOS Y SIMBIÓTICOS

Los prebióticos son oligosacáridos y polisacáridos no digeribles que favorecen un crecimiento selectivo de bacterias benéficas dentro del intestino, modificando favorablemente el balance microbiano. (36) Lo que buscan estos ingredientes es influir la microbiota intestinal a través de la dieta. Su eficacia está ligada a la capacidad de resistir la digestión en el intestino delgado y alcanzar el intestino grueso, donde serán utilizados por los microorganismos seleccionados para su beneficio. (82,100,102)

En la Resolución 333 del 2011, se emiten las siguientes declaraciones de salud para cumplir los requisitos como alimento prebiótico (36):

- ✓ La cantidad de alimento que debe consumirse, para obtener el efecto benéfico debe ser razonable en el contexto de la dieta diaria.
- ✓ Ser una sustancia preferida por una o más especies de bacterias benéficas en el intestino grueso o colon.
- ✓ Ser resistente a los ácidos gástricos (a la acidez gástrica).
- ✓ Ser fermentables por la microflora intestinal.
- ✓ Ser resistente a la hidrólisis enzimática endógena.
- ✓ Tener la capacidad de producir cambios en el lumen del intestino grueso o en el organismo del huésped que muestra beneficios para la salud.
- ✓ Estimular selectivamente el crecimiento y/o la actividad de aquellas bacterias que están asociadas con la salud y el bienestar

Además, esa declaración debe indicar que el consumo adecuado y regular del alimento con prebióticos no es el único factor para mejorar las funciones digestivas y que existen otros factores adicionales a considerar tales como el ejercicio físico y el tipo de alimentación.

Las bacterias que se ven beneficiadas por los prebióticos son fundamentalmente bifidobacterias y lactobacilos. Los prebióticos son fibras dietarias no digeridas en el tracto gastrointestinal, los carbohidratos más estudiados son la *inulina*, los *fructooligosacáridos* y la *lactulosa*. La inulina y los

fructooligosacáridos provienen de fuentes vegetales; la achicoria, el fruto de la alcachofa (**figura 45**) son la fuente más común de inulina. La industria alimentaria, obtiene la inulina de estas fuentes vegetales, para introducirlas en otros alimentos, como algunos productos lácteos.

Es importante recalcar que la

Figura 45: Alcachofa



Tomado de <https://institutodeobesidad.com/2018/10/18/las-propiedades-la-alcachofa/>

fuerza, aunque sea natural, necesita un consumo regular para alcanzar los efectos benéficos, es por eso, que la industria produce nutraceúticos con el contenido concentrado de inulina en la dosis en la que se comienzan a obtener los beneficios (3 g/día). Por otro lado, la lactulosa se obtiene de la hidrólisis de la lactosa y los fructooligosacáridos de la hidrólisis de los almidones. (82,99,103)

Sus funciones son promover el crecimiento de la flora intestinal con el fin de potenciar la presencia del microbioma normal e inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, estabilizar el pH para mejorar el ambiente intestinal, prevención del cáncer, la modulación del metabolismo lipídico, estimulación de la absorción mineral y asegurar así la estabilidad ósea, inmunomodulación y efectos laxantes. (82,99,104)

Por su parte los **simbióticos** se entiende como la combinación de sustancias probióticas con cultivos probióticos que se encuentran en un mismo alimento. (36) Estas combinaciones permiten que se optimice la supervivencia de los microorganismos para llegar vivos al colon donde ejercen sus funciones benéficas. Pueden existir combinaciones que favorezcan el probiótico que los acompaña en el alimento o pueden simplemente ser transportados juntos sin ejercer efecto sobre el otro. En el mercado se encuentran, bebidas lácteas con inulina y bifidobacterias o fructooligosacáridos con bifidobacterias. El desarrollo de estos productos es escaso y continua en investigación. (82,99)

Se destacan, además de estos compuestos bioactivos, algunos péptidos como opioides, transportadores de minerales, antimicrobiano; la fibra dietética (**tabla 6**), algunos polifenoles como los taninos y los ácidos fenólicos, estos compuestos poseen efectos benéficos en la fisiología gastrointestinal y el mantenimiento de la microflora intestinal.

6. ¿Qué es la osteopatía?

La osteopatía es un sistema médico complejo (2) que define el cuerpo como una unidad donde una perturbación de la armonía corporal afecta la estructura y a su vez la función que a través de terapia manual el cuerpo logra restaurar estas anomalías (3,4). Para la Asociación Americana de Osteopatía esta se define como un sistema de curación que pone el énfasis principal sobre la integralidad estructural del cuerpo, pues es la encargada de mantener la buena salud y evitar la enfermedad (3,4). Este sistema médico funciona bajo cuatro principios: la estructura gobierna la función, la unidad del cuerpo, la autocuración y la ley de la arteria es absoluta (3,4,105). A continuación, se describe cada una de ellas:

1. **La estructura gobierna la función:** dicta que el cuerpo del ser humano es considerado como un todo unido e indivisible, compuesto por huesos, músculos, fascias, vísceras, glándulas, piel, etcétera; la función es la actividad de cada una de esas partes. La enfermedad no se puede desarrollar si la estructura se encuentra en armonía.
2. **La unidad del cuerpo:** el cuerpo humano tiene la capacidad de encontrar o reencontrar su equilibrio físico, mental, bioquímico, emocional, a esto se le llama homeostasia. El Dr. Andrew Taylor Still localiza esta unidad al nivel del sistema mioesqueletofascial, siendo este sensible a guardar en la memoria los traumatismos sufridos.
3. **La autocuración:** Still afirma que el cuerpo es capaz de curarse, pues tiene en sí, todos los medios necesarios para eliminar o evitar las enfermedades. Este principio se cumple si todos sus componentes funcionan correctamente, es decir que no existan obstáculos sobre los conductos nerviosos, linfáticos, vasculares para permitir que la nutrición celular y la eliminación de los desechos se haga correctamente.

4. **La ley de la arteria es absoluta:** La sangre es el medio de transporte de todos los elementos que permiten asegurar una inmunidad natural, cuando la circulación de la sangre se efectúa satisfactoriamente la enfermedad no se puede desarrollar. Una perturbación conllevará a una mala circulación arterial, como consecuencia el retorno venoso será lento, provocando paralizaciones venosas y acumulaciones de toxinas. Las lesiones vasculares pueden ser causadas por lesiones musculares, viscerales y craneales. En el caso de las lesiones vertebrales se observa que los ligamentos son reguladores del abastecimiento sanguíneo muscular, un estiramiento ligamentario genera un reflejo medular aumentando inmediatamente la irrigación sanguínea para cubrir el gasto energético. La manipulación osteopática actúa sobre el sistema simpático, eliminando la estasis vascular al aumentar la irrigación sanguínea.

La osteopatía nació en Estados Unidos, en manos del Dr. Andrew Taylor Still (1829-1917) (**figura 46**), un médico y pastor metodista, siendo muy joven estudia medicina en Kansas City. Anecdóticamente se cuenta que en su juventud sufría de migraña y náuseas que aliviaba apoyando la nuca en una cuerda tensa entre dos árboles. Durante la Guerra de Secesión participa como médico donde se siente impotente al no poder salvar todos los heridos, por lo que posguerra vuelve a estudiar anatomía y fisiología en afán de entender mejor el cuerpo humano. En 1864, en una epidemia de meningitis, pierde a tres de sus hijos y varios pacientes, rompiendo entonces definitivamente la relación con la medicina, replanteando nuevamente todos los conocimientos aprendidos previamente.

Figura 46: Andrew Taylor Still



Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Andrew_Taylor_Still

En 1874, el Dr. A.T.Still pone en práctica sus observaciones y trabajos anteriores, pues cura a un niño de disentería hemorrágica, al examinarlo comprueba que el abdomen del

niño esta frío mientras que su zona lumbar está muy caliente, realiza manipulaciones en el niño mejorando la circulación abdominal que se había concentrado en la espalda y al otro día la madre le informa maravillada a Still que el niño estaba curado. De esta experiencia empieza a estudiar anatomía sobre cuerpos vivos y estipula entonces los 4 principios de la osteopatía. En 1892 se funda *The American School of Osteopathy* en Kirksville, que existe actualmente. Escribe tres libros donde resume su obra: 1899-*Phylosophy of Osteopathy*, 1908-*Autobiography* y en 1910-*Osteopathy research and practice*. Posterior a la muerte de Still en 1917, se crean varias escuelas en el mundo a manos de varios aprendices de Still; uno de ellos fue Littlejohn, un británico que fundó la primera escuela en Chicago, y regresando a su tierra de origen fundó *The British School of Osteopathy*, esta es actualmente la cuna de la osteopatía europea. Otro pupilo de Still, fue William Sutherland que es el creador la terapia craneosacra de la cual se hablará más adelante. Actualmente, las escuelas fundadas a nivel mundial se encargan de profundizar en las técnicas y utilizar el fundamento científico de la osteopatía para ayudar muchos pacientes con esta medicina. (3,4)

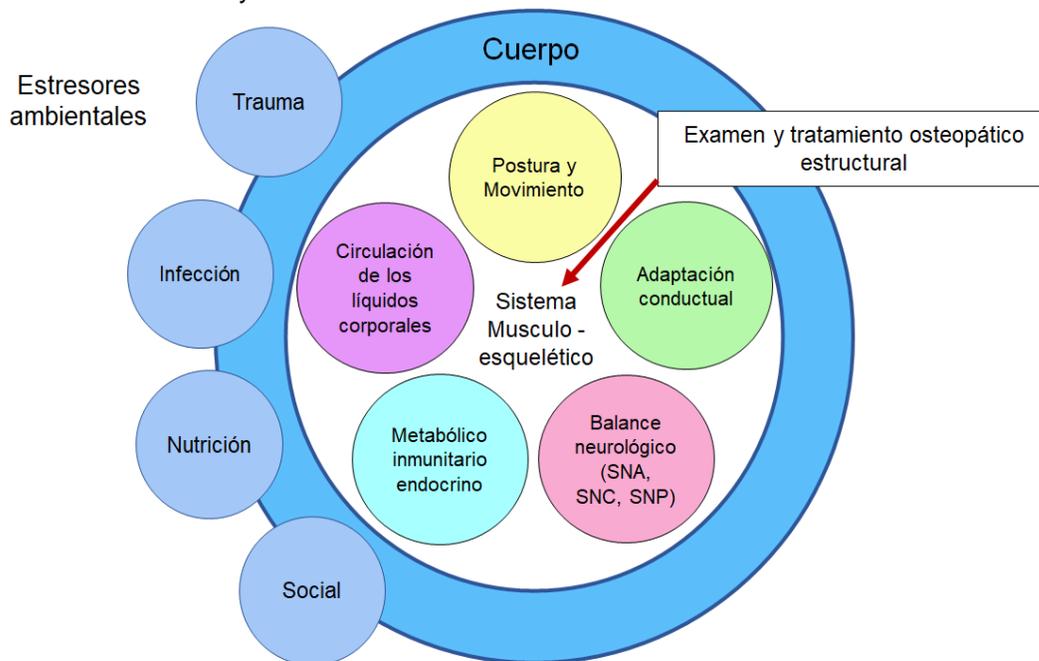
La filosofía osteopática forma las bases del enfoque distintivo de la medicina osteopática, esta actúa como ente unificador de las ideas para la organización y aplicación del conocimiento científico al cuidado del paciente. Este conocimiento está organizado en relación con todos los aspectos de la salud (físicos, mentales, emocionales y espirituales). Incluye en su doctrina un conocimiento holístico de la filosofía, la anatomía y la fisiología del cuerpo y desde allí la aplicación clínica con un método diagnóstico y de tratamiento (4,105,106)

El grupo *Educational Council on Osteopathic Principles* (ECOP) en Estados Unidos combinó cinco funciones corporales básicas integradas y coordinadas que se consideraron en un contexto de adaptación saludable a la vida y sus circunstancias, estas son (105):

1. Postura y movimiento, incluida la fiabilidad estructural y biomecánica fundamental.
2. Factores tisulares y celulares respiratorios y circulatorios.
3. Procesos metabólicos de todo tipo, incluidos procesos bioquímicos mediados por el sistema endocrino, inmunorreguladores y nutricionales.
4. Integración neurológica, incluyendo central, periférica, autonómica, neuroendocrina, neurocirculatoria y sus relaciones reflejas.
5. Elementos psicosociales, culturales, conductuales y espirituales.

La filosofía osteopática de la salud se muestra como la actividad coordinada de las cinco funciones corporales básicas descritas, integradas por el sistema musculoesquelético, adaptándose así a los estresores ambientales. La evaluación y el tratamiento del sistema musculoesquelético se realizan de acuerdo con su capacidad para afectar no solo las cinco funciones, sino también, en última instancia, la capacidad de la persona para adaptarse a los factores estresantes internos y externos como se observa en la **figura 47**. (105)

Figura 47: Actividad coordinada de las cinco funciones corporales básica ante los estresores ambientales internos y externos.



Tomado de Foundations of Osteopathic Medicine. Sección 1, Capítulo 1. Pág.4

Estas cinco funciones corporales dieron origen al concepto de los cinco modelos que ha sido usado en el manual médico osteopático durante 35 años, siendo reconocido por la OMS como una contribución al cuidado de la salud mundial por parte de la osteopatía.

Estos cinco modelos son (**tabla 19**) (105,107):

- ✓ Modelo biomecánico
- ✓ Modelo respiratorio – circulatorio
- ✓ Modelo neurológico
- ✓ Modelo metabólico – energético
- ✓ Modelo comportamental

El ECOP consideró que, dado que los músculos y las articulaciones del tronco y las extremidades están principalmente involucrados en la postura y el movimiento, abordarlos estaría dentro de la perspectiva del modelo biomecánico; abordar la jaula costal y los diafragmas, ya que son responsables de los movimientos asociados con la respiración torácica y el retorno de la vena y la linfa al corazón para su recirculación, se consideran parte del modelo Respiratorio-Circulatorio; la evaluación y el tratamiento de las regiones abdominopélvicas representan el modelo de energía metabólica, ya que es aquí donde residen nuestros órganos internos que procesan los alimentos, los convierten en energía utilizable y descartan los subproductos metabólicos (desechos); la evaluación y el tratamiento de las regiones de la cabeza y la columna representan el modelo neurológico; abordar el estilo de vida del paciente, los factores estresantes ambientales, los valores y las elecciones representa el modelo de comportamiento.

Tabla 19: Enfoque de atención osteopático al paciente bajo los cinco modelos

Modelo	Correlación anatómica	Funciones fisiológicas
Biomecánico	Músculos posturales, columna vertebral y extremidades	Postura y movimiento
Respiratorio - circulatorio	Entrada torácica, diafragmas torácico y pélvicos, tienda del cerebelo, reja costal	Respiración, circulación, drenaje venoso y linfático
Neurológico	Cabeza, órganos de los sentidos, cerebro, médula espinal, sistema nervioso autónomo, nervios periféricos	Control, coordinación e integración de las funciones corporales, mecanismos protectores y sensaciones
Metabólico - energético	Órganos internos, glándulas endocrinas	Procesos metabólicos, homeostasis, balance energético, procesos regulatorios, actividad inmunológicas e inflamación y reparación, absorción de nutrientes, remoción de desechos y reproducción
Comportamental	Cerebro	Actividades psicológicas y sociales, hábitos.

Tomado de *Foundations of Osteopathic Medicine. Sección 1, Capítulo 1. Pág.5*

Para Still las enfermedades son un efecto de un estado anatómico anormal del cuerpo con una subsecuente repercusión psicológica y disminución de la adaptabilidad del hospedero a los microorganismos oportunistas. También acepta que los síntomas son una expresión de la irritación nerviosa debido a procesos fisiopatológicos comúnmente creados por acumulación de fluidos.(50,105,108) Las lesiones que permiten el abordaje terapéutico del paciente, descritas actualmente desde el punto de vista de la osteopatía, se denominan **disfunciones somáticas**, estas corresponden a una disparidad tridimensional de movilidad de un elemento conjuntivo de cualquier tipo y se caracterizan por una restricción mecánica, casi siempre dolorosa, en uno o varios parámetros fisiológicos del movimiento. Se encuentra en relación con varios tipos de receptores: *sensitivos cápsulo-ligamentarios* que pueden generar dolor, alteraciones neurovasculares metaméricas asociadas con el sistema nervioso autónomo presentando entonces espasmos musculares por descarga de motoneuronas gamma en esa metámera; *huso neuromusculares* donde las fibras intrafusales se contraen y las extrafusales se relajan impidiendo la disminución de la tensión del huso neuromuscular y la actividad gamma excesiva, manteniendo así las fibras intrafusales en acortamiento crónico; y *ligados a centros medulares* donde se incrementa la receptividad a las conexiones nerviosas, las barreras de protección disminuyen favoreciendo las lesiones huso neuromusculares y modificando la textura de los tejidos paraespinales, por una simpaticotonía local cutánea, generando mensajes dolorosos y alterando las señales simpáticas sobre las glándulas y la función visceral(3,4).

La *fascia* siendo un tramo conjuntivo continuo a través del cuerpo variando su nombre dependiendo el lugar por donde pasa: aponeurosis en los músculos, pleura para los pulmones, pericardio para el corazón, peritoneo en vísceras abdominales, meninges para el sistema nervioso, también comprende dentro de sí funciones como la conducción del sistema vasculonervioso y actuar como intermediario entre el sistema muscular y visceral, además se encuentra inervada sensitivamente de forma abundante, respondiendo entonces a la tracción causada durante el movimiento creando modificaciones vasculares y bioquímicas.(4)

La **disfunción somática** provoca entonces una restricción de movilidad local, que genera una pérdida en la micromovilidad articular y la movilidad muscular, repercutiendo en el movimiento global del sistema, estas limitaciones son compensadas por tejidos adyacentes acompañadas en ocasiones con edema y fibrosis, debido a la inflamación

prolongada, limitando así de manera crónica la movilidad. Por ejemplo, la lesión vertebral puede generar lesiones adyacentes en mediastino, extremidades, cráneo o abdomen, esto lleva a la formación de cadenas lesionales miofasciales, éstas se dirigen de forma anterior, posterior o lateral, explicando anatómicamente el principio enunciado como “la unidad del cuerpo”. Se observa entonces como se afectan las cadenas lesionales neuromusculares, por medio de los miotomas; dolores reflejos en la piel a nivel de los dermatomas; dolor articular, ligamentario y en periostio por afección en los esclerotomas; disfunciones viscerales neurovegetativas por los enterotomas; además de las alteraciones vasoespásticas arteriales asociadas dependientes al sistema nervioso autónomo por los angiotomas (3,4,109,110) En el momento de la valoración de un paciente, el papel del osteópata es romper el arco reflejo patógeno generado por la disfunción somática a través de la terapia manual para restaurar la fisiología del sistema. (3)

Un primer abordaje que será descrito es la **osteopatía estructural** que se enfoca en el tratamiento del sistema musculoesquelético, basándose en la biomecánica de estas estructuras, esta busca a través del tratamiento llevarlas a la recuperación de la movilidad y la corrección de las disfunciones somáticas que presentan los tejidos; es entonces valorada la estática raquídea, evaluando la postura en plano anterior, posterior y lateral, reparos óseos y musculares de forma segmentaria, test de movilidad pasiva y activa, examen neurológico y un diagnóstico de la lesión. Con el tratamiento general osteopático se libera el espasmo de los músculos y brinda movilidad a la articulación lesionada; para esto, las técnicas usadas se escogen dependiendo de varios factores: el grado de dolor, el tono muscular, el tejido que se va a tratar y la postura en que se va a tratar el paciente. Una combinación de técnicas permite el estiramiento rítmico y forzado del músculo transmitiendo esta información al huso neuromuscular y posteriormente al sistema nervioso central, este como medida de protección disminuye la frecuencia de descarga del sistema y, además que los receptores de Golgi y Ruffini en la fascia inhiben las motoneuronas α y γ relajando el músculo y restaurando la movilidad articular. (3,4)

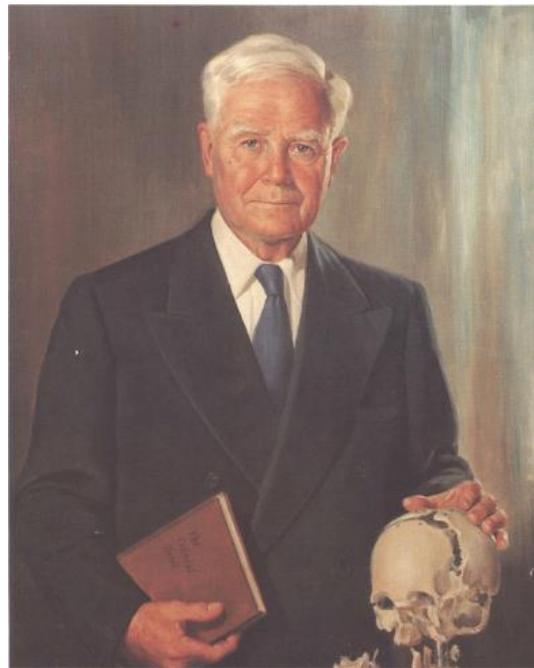
La **osteopatía craneosacral**, por otro lado, hace parte del concepto del cuidado holístico del cuerpo en la medicina osteopática. Fue desarrollada por Willian Garner Sutherland (**figura 48**), que fue un estudiante de la primera escuela de osteopatía fundada por A. T. Still., durante su último año de estudiante observó los accidentes óseos del esfenoideas y el temporal y llegó a su mente el pensamiento: “es biselado como las branquias de un pez, indicando un mecanismo articular móvil para la respiración”, posterior a esto el Dr.

Sutherland dedicó treinta años de su vida para estudiar en detalle las relaciones anatómico-fisiológicas craneosacrales, planteando cinco principios (4,106):

1. La fluctuación del líquido cefalorraquídeo o “la potencia de la marea”
2. La tensión recíproca de las membranas intracraneales e intraespinales
3. La motilidad del tubo neural y el cerebro
4. La movilidad articular de los huesos craneales
5. La movilidad involuntaria del sacro entre los huesos ilíacos

La integración de estos cinco principios recibe el nombre de *Movimiento Respiratorio Primario (MRP)*; considerando que la fluctuación del líquido cefalorraquídeo (LCR) es la principal característica del MRP, mantiene un movimiento rítmico, automático e involuntario, de diez a doce veces por minuto; esta frecuencia hace que todas las estructuras se flexionen hacia la línea media o si son pares hagan una rotación interna hacia la línea media, manteniendo una adecuada homeostasis de todos los sistemas. El objetivo de la osteopatía craneal es imprimir movimientos muy sutiles para corregir las restricciones del movimiento craneal y llegar a la armonización del MRP. Esta armonización

Figura 48: William Garner Sutherland. D.O



Tomado de *Teachings in the science of osteopathy*.

permitirá un aumento de flujo sanguíneo en todo el sistema nervioso, mejora la función del sistema nervioso autónomo, central y periférico, optimiza el sistema endocrino, libera el sistema miofascial cervical, facial y de los músculos masticatorios, además de beneficios indirectos en vísceras craneales, abdominales y torácicas. (4,106,111)

En último lugar, está la **osteopatía visceral** esta se desarrolló en Francia a partir de las investigaciones de Thure Brandt y Stapfer, quienes desarrollaron las primeras técnicas basándose en la movilidad provocada por la inspiración que desciende el diafragma, arrastrando con él a todas las vísceras. Estos exponentes enfocaron sus hipótesis en la esfera urogenital; Stapfer, médico ginecólogo, afirmaba que la función normal de los

órganos pélvicos femeninos se asociaba a una adecuada posición, que aquellos que encontraba fuera de su lugar nunca tuvieron un buen funcionamiento. Otro aporte importante fue realizado por el Dr. Frantz Glenard, quien calculó la amplitud normal de los movimientos viscerales y estudió los ejes de movilidad respecto a sus puntos de inserción en relación con el diafragma y a las vísceras contiguas, además desarrollo métodos para detectar estas anomalías.

En 1970 Jean Pierre Barral y Pierre Mercier, dos osteópatas franceses, describieron un movimiento específico de las vísceras relacionado con tres factores: la respiración, el diafragma y el MRP. Barral establece los principios de los movimientos fisiológicos de las vísceras los cuales son independientes de las serosas, envolturas lubricadas por un líquido seroso, que envuelven las vísceras permitiéndoles deslizarse unos sobre otros durante la respiración y el movimiento del tronco. Barral observó en estado post-mortem como estas serosas se engrosaban alrededor de las vísceras causan una tensión mecánica en los tejidos adyacentes; esta observación lo llevo a desarrollar las distintas técnicas de escucha visceral, en su investigación encontró la significativa relación entre las vísceras y la disfunción somática, puesto que las relaciones estructurales (musculoesqueléticas, craneales y espinales) se autocorregían después de una manipulación visceral. (4,112,113)

La función de una víscera está unida a su movilidad fisiológica, a una buena irrigación sanguínea y una adecuada inervación nerviosa. Barral describe dos tipos de movimientos: la *movilidad visceral*, es el movimiento en respuesta a las fuerzas externas que empujan y tiran de las vísceras; y la *motilidad visceral*, que es el movimiento propio, individual e inherente de cada órgano con una frecuencia de 6 a 8 ciclos por minuto, se realiza en dos

Figura 49: Secuencia lesional digestiva en ptosis viscerales.

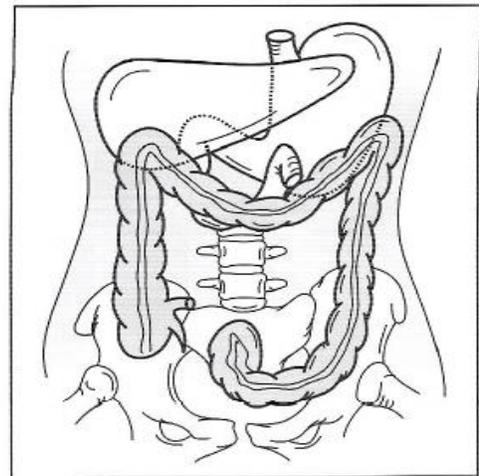
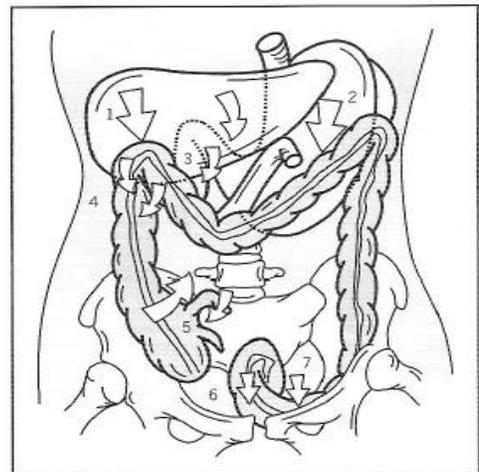


Figura 131
Posición fisiológica de las vísceras digestivas



Tomado de *Tratado de Osteopatía*, Sallé. Capítulo 16. Pág. 250

tiempos *expir*, que lleva el órgano a la línea media e *inspir* que aleja el órgano haciéndolo recorrer el camino del desarrollo embriológico y regresando a la posición original debido a memoria celular. (112,113)

La osteopatía visceral se encarga de corregir aquellas disfunciones somáticas donde se ve comprometida la estructura de los órganos y su función como consecuencia. Su movimiento está relacionado con múltiples estructuras adyacentes como son: las óseas, las musculares vertebrales, fijaciones viscerales contiguas causadas por adherencias entre serosas secundarias a una inflamación (infecciones o alergias alimentarias) o un proceso cicatricial posquirúrgico. Una disfunción somática en todos estos tejidos repercutirá sobre la fascia limitando el movimiento fisiológico visceral causando una estasis vascular y un reflejo nociceptivo neurovegetativo. Es importante recalcar el papel de la gravedad en las disfunciones somáticas viscerales, debido a que muchas de estas se provocan a la pobre adaptación de cada órgano a la bipedestación que puede causar ptosis debido a extensibilidad ligamentaria y fascial, secundario a múltiples causas. Un ejemplo claro de este es la ptosis del hígado debido a su peso; al caerse este arrastra con él el estómago y los ángulos cólicos, el colon transversal se hunde y cierra el ángulo hepático del colon, se cierran también los ángulos duodenales (**figura 49**); toda esta cadena lesional causa estasis y congestión en los órganos afectados. (4,113)

La intervención osteopática de un paciente debe ser realizada de manera holística e integral, ya que si se aborda únicamente desde una sola perspectiva no se obtendrán resultados favorables en el paciente ya que como se ha visto, el cuerpo está unido gracias al sistema fascial, que se encuentra en cada estructura del organismo. Por eso es importante siempre realizar un abordaje completo, priorizando el motivo de consulta del paciente.

7. Recomendaciones nutricionales para el paciente osteopático

El Dr. A.T. Still estipula en su obra, a la fascia como la base de la filosofía osteopática, ya que esta se encuentra cubriendo cada parte del organismo siendo la encargada de lubricar, nutrir y mover cada parte del cuerpo. (50) Partiendo desde este precepto surge la idea de este trabajo: revisar la relación que guarda la alimentación y la osteopatía. Habiendo revisado algunos conceptos base previamente y los antecedentes del estudio de la relación de la alimentación con la osteopatía, se plantearán algunas recomendaciones nutricionales que beneficien a todos los tejidos corporales usando como vehículo a la fascia y su participación fundamental en el sistema osteomuscular y articular, además de todos los tejidos donde se encuentra presente que también se verán beneficiados con la medicina osteopática.

Aunque la medicina osteopática tiene su foco en el tratamiento de lesiones biomecánicas y basa todo su estudio en estas, se trajo a colación el tema de la inflamación debido a que una inflamación crónica secundaria a múltiples procesos, como la alimentación, genera fibrosis en los tejidos y se busca que, con el movimiento impreso durante la terapia manual, se liberen estas adherencias mejorando la movilidad y permitiendo recuperar la fisiología de la zona tratada.

Alimentación y osteopatía

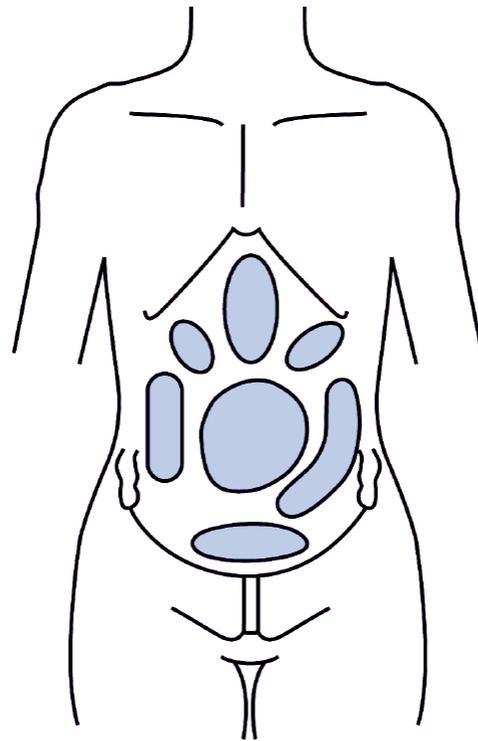
La medicina osteopática tiene múltiples indicaciones en varias patologías entre ellas se destacan patologías gastrointestinales como son: gastritis, enfermedades crónicas del intestino, estreñimiento, síndrome de intestino irritable, hernia hiatal, discinesia gastroduodenal y vesicular, entre otros. (4,114) No existen muchos escritos respecto a la relación entre la alimentación y la osteopatía, sin embargo, se destaca el trabajo

Collebrusco et al. quienes se han dedicado al estudio de la influencia de la osteopatía en el síndrome de intestino irritable asociado a cambios en la alimentación.

El síndrome de intestino irritable (SII) es una alteración sintomática gastrointestinal crónica y recurrente que se caracteriza por dolor o malestar abdominal asociado además a una alteración del hábito intestinal con diarrea o estreñimiento. (6,115) Otros síntomas son náuseas, pirosis, sensación de vaciamiento incompleto al defecar, borborismos, flatulencias; también se presentan síntomas sugestivos de un mecanismo hiperalgésico central como la migraña, el dolor de espalda, la dispareunia y dolor muscular. El síntoma más importante es el dolor abdominal (**figura 50**), este se asocia a una morbilidad significativa que incluye depresión secundaria a una mala calidad de vida e incapacidad para trabajar.

Esta aparece debido a una desregulación de la comunicación cerebro-intestino-microbiota ya que el SNC se comunica con el intestino al actuar como mediador del sistema nervioso autónomo encargado del control del sistema nervioso entérico; los pacientes con SII presentan una respuesta vagal aumentada a la distensión rectal y disminuida a la distensión sigmoidea, además de una respuesta desbocada de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y niveles más bajos de cortisol plasmático, sucesos que sugieren alteración en los mecanismos centrales de control involucrados en la respuesta autonómica y neuroendocrina a la estimulación visceral, provocando cambios en la motilidad y secreción intestinal además de hipersensibilidad visceral. Se asocia el SII con cambios en la densidad de la materia gris alterando áreas de la atención, regulación emocional, inhibición del dolor y procesamiento de información eferente visceral.

Figura 50: Áreas de dolor asociadas al síndrome de intestino irritable



Tomado de Osteopathic manipulative treatment and nutrition: An alternative approach to the irritable bowel syndrome. Pág. 88

También se presenta una elevación en citoquinas proinflamatorias como IL-6, TNF α e IL-

8, sumado a esto también se considera como causa de SII las alteraciones en la microbiota **(figura 50)** por inflamación crónica y activación inmune causada por una hábitos alimenticios (97,116–118)

El tratamiento osteopático descrito por Collebrusco et al. para el SII se enfoca en el sistema nervioso y circulatorio, espina vertebral, diafragmas pélvico y torácico, esto con el fin de recuperar el balance homeostático, normalizar la actividad autonómica intestinal y mejorar la circulación linfática. Las técnicas diagnósticas utilizadas se basaron en evaluar la asimetría en la postura, rangos de movilidad, sensibilidad tisular y cambios en la textura de los tejidos. En la evaluación y tratamiento se centró la atención en los segmentos espinales T4- L2, la estimulación aferente visceral activa el eje suprarrenal hipofisario del hipotálamo y del sistema nervioso autónomo, provocando la liberación de neurotransmisores y hormonas que juegan un papel importante en la modulación emocional. Se incluye también en este abordaje el tratamiento de la columna cervical superior y base del cráneo que libera la tensión del nervio vago por su paso por el agujero yugular, se realizan además técnicas de bombeo linfático y estimulación de reflejos de Chapman que aumentan la circulación sanguínea y linfática. (116)

El Dr. A.T. Still expuso en su obra que el cuerpo fabricaba sus propios remedios contra las enfermedades y otras condiciones tóxicas en condiciones normales y ambientales favorables y una alimentación adecuada. (50) En la actualidad, existe un aumento de consumo de alimentos con poco valor nutricional, ricos en azúcares refinados, lípidos y pobres en antioxidantes naturales y fibra que promueven la inflamación sistémica. Aún no se esclarece el papel de la dieta en SII, sin embargo, muchos síntomas de este se exacerban inmediatamente después de la ingesta debido al aumento de los volúmenes intraluminales o de la actividad motora gastrointestinal. Los antígenos alimentarios pueden provocar una inflamación mucosa crónica debido a la degranulación de mastocitos que liberan citocinas inflamatorias, generando una fibrosis del tejido que paulatinamente irá causando una limitación en el movimiento del tejido local y sistémico. También se observa que algunos alimentos pueden alterar el microbiota intestinal, aumentando la producción de gas que exacerban la distensión abdominal; se sugirió que el microbiota afectaba el nervio vago modulando los niveles sistémicos de triptófano un precursor de la serotonina. (116,117)

Para los pacientes con SII, Collebrusco et al. recomiendan evitar los alimentos grasos, por estimulación de respuestas motoras y sensoriales, la lactosa, fructosa y sorbitol por la malabsorción de estos. Se recomienda el consumo de fibra e introducirlo paulatinamente evitando la distensión abdominal, sobre todo más fibra soluble que insoluble; el consumo de suplementos probióticos ayuda a controlar el dolor abdominal pues aumentan las citoquinas antiinflamatorias mejorando la función de barrera mucosa. En este estudio concluyeron, en una visión holística del paciente, que la medicina osteopática asociada a cambios en los hábitos alimentarios puede eliminar los desencadenantes del SII y en compañía de suplementos nutricionales se reequilibrará la salud intestinal. (116)

Recomendaciones nutricionales

Las recomendaciones que se van a exponer, a continuación, se basan en la ciencia de los alimentos funcionales, que nació de la nutrición moderna que busca contribuir al bienestar integral del individuo mediante la alimentación. Los alimentos funcionales abarcan macronutrientes y micronutrientes con efectos fisiológicos concretos (ej. almidón, fibra dietaria, ácidos grasos omega 3, vitamina E o péptidos como se ve en la **tabla 18**), no nutrientes (**tabla 17**) o alimentos modificados como los alimentos con probióticos, prebióticos y simbióticos. (119) Se dará un enfoque desde esta perspectiva, con la finalidad de mejorar la salud gastrointestinal: mejorando el tránsito intestinal, manteniendo el microbioma y el sistema inmune (mediante GALT), y desde allí mejorar la inflamación crónica sistémica (efecto Homing) llevando a la homeostasis fascial que se encuentra en todos los tejidos.

Salud gastrointestinal

Para el mantenimiento de la salud gastrointestinal se recomienda el adecuado consumo de fibra soluble e insoluble (se sugiere un consumo de 14 g/1000 kcal, recomendación de energía y nutrientes para la población colombiana) (120), pues se ha visto que permiten el estímulo de la motilidad intestinal, aumento de la excreción de ácidos biliares, aumentan la saciedad disminuyendo así la ingesta y disminuyendo el peso corporal, suministra polisacáridos fermentables para la microbiota intestinal importante para la homeostasis colónica. Sus fuentes son los cereales íntegros como la avena, el maíz, el trigo, la cebada, el centeno, la quinua; frutas (coco, chontaduro, guayaba, mora, tamarindo, uchuvas, mango, asaí, aguacate), vegetales (la cebolla, los coles, las alcachofas, el repollo, las

habas), frutos secos (almendras, pistachos, nueces), leguminosas (alverja, frijoles, garbanzos, lentejas, ajonjolí) y tubérculos (papa, yuca). (121) Estos alimentos además de ser fuentes de fibra también son importantes fuentes de macronutrientes, que son los combustibles metabólicos. El consumo regular de alimentos naturales es fundamental para la obtención de los nutrientes necesarios para la homeostasis corporal, además de los beneficios de la salud por sus compuestos bioactivos. (122)

En busca de la regulación del microbioma intestinal, debido a su importancia en la homeostasis corporal, se recomienda el consumo de algunos alimentos con compuestos bioactivos que favorecen este proceso, como son algunos polifenoles como los taninos (frutos secos, uvas, cebolla, puerros, infusiones de hojas de té, canela o clavo), ácidos fenólicos (mostaza, manzanas, papas, hojuelas de trigo, coles, brócoli) , fibra dietaria (cereales íntegros, frutos secos) y fuentes proteicas de péptidos funcionales como los péptidos opioides (trigo, centeno, chocolate, lácteos) y péptidos antimicrobianos (lácteos) **(tabla 18)**.

Asimismo, el consumo de alimentos con probióticos, prebióticos y simbióticos (especialmente bebidas fermentadas como yogures, kumis) (123) participan en la homeostasis del microbioma pues, por ejemplo, los probióticos aumentan la respuesta de la IgA secretora aumentando la producción de citoquinas y reducen el riesgo de infecciones. Por su parte los prebióticos, son hidratos de carbono de cadena corta no biodisponibles que pueden ser fermentados a lo largo del intestino estimulando el crecimiento de las bifidobacterias, muchos de estos forman parte de los componentes de la fibra dietaria. El adecuado funcionamiento de la microbiota permite la regulación del sistema inmune, además de su participación en el metabolismo y suministro de algunos nutrientes. Su homeostasis evita enfermedades como el síndrome de intestino irritable y secundario a esto la inflamación crónica de las mucosas y los tejidos corporales conectados mediante la fascia.

Además de una fisiología intestinal adecuada, es importante conservar el metabolismo celular mediante un adecuado suministro nutricional al organismo, sin embargo, es aconsejable que sus fuentes sean lo más naturales posibles. Las guías alimentarias basadas en alimentos de Colombia (GABA) recomiendan en sus mensajes, incluir cada una de las comidas frutas enteras y verduras frescas, consumir al menos dos veces a la semana leguminosas por su aporte de proteína y fibra, consumir leche u otros productos

lácteos, consumir además una vez por semana vísceras (con el fin de prevenir la anemia de tipo ferropénica) evitar el consumo de grasas de origen animal como la mantequilla y la manteca vegetal y reducir el consumo de sal y alimentos altos en sodio como carnes procesadas, enlatados y productos de paquete. (122)

Regulación del sistema inmune

Como se mencionaba anteriormente es fundamental para la regulación del sistema inmune la conservación de la microbiota intestinal, debido a sus múltiples beneficios ampliamente estudiados, destacando su papel inmunomodulador en GALT y en todo el sistema inmune corporal.

Una disminución en el IMC y del perímetro abdominal, es primordial puesto que el sobrepeso y la obesidad son factores proinflamatorios crónicos que fibrosan los tejidos y su fascia, por lo que se recomienda el consumo de alimentos con compuestos bioactivos hipolipemiantes como: ácidos grasos ω -3 (salmón, sardinas, atún, mariscos, aceite de soya, semillas de chía, semillas y aceite de linaza), ácidos grasos ω -6 (trigo, aceite e girasol, aceite de linaza y canola, frutos secos como el marañón y las nueces pecanas) y ácidos grasos ω -9 (cacahuete, aguacate, aceite de oliva, salmón y atún), que además tienen propiedades antiinflamatorias, péptidos hipolipemiantes (soya, lácteos y derivados), ácidos fenólicos (cúrcuma, hojuelas de trigo), estilbenos (uvas y cacahuates), fitoesteroles (champiñones, plátano, granadas, avena, pepino, frutos secos, salvado de trigo) y fibra dietaria, (123) y la restricción de ciertos alimentos que se mencionaran más adelante. De esta manera se optimizan los resultados de la medicina osteopática, ya que los cúmulos de grasa alrededor del sistema fascial vuelven rígidos los tejidos y limitan el movimiento normal de estos.

Se recomienda también la ingesta de alimentos con compuestos bioactivos que actúan como antiinflamatorios, anticancerígenos y antioxidantes que son: vitamina C (marañón, guayaba, pimentón rojo, coles, curuba, brócoli), vitamina E (semillas de girasol, aceite de oliva, frutos secos, atún, aceite de hígado de bacalao), ácidos grasos ω -3, ω -6 y ω -9, minerales como el calcio (lácteos, frutos secos), el hierro (fuentes de origen animal como las vísceras y fuentes de origen vegetal como la soya, lenteja y ajonjolí) y el zinc (frutos secos, mariscos, carne de cordero o cabra), péptidos inmunomoduladores (lácteos y derivados), antimicrobianos (lácteos y derivados) y antioxidantes (soya, huevo, lácteos y

pescados), fitoquímicos: fenoles (uvas, cacao, plátanos, soya, manzanas, cerezas), carotenoides (zanahorias, tomates, naranjas, mango, guayaba, ciruela) y compuestos azufrados (cebolla y ajos) (**tabla 17 y 18**). Se reitera que mantener un estado antiinflamatorio evita patologías autoinmunes, como la artritis reumatoide, debido a que la captación de antígenos alimentarios, mediante el efecto *Homing*, pueden prolongar un estado inflamatorio crónico, y potenciar las consecuencias que se revisaron previamente.

Salud fascial, musculoesquelética y articular

El mantenimiento de la salud fascial es la base de la salud corporal debido a su presencia en todos los tejidos. Este se asegura con una adecuada hidratación, un adecuado movimiento, por lo que la actividad física regular es fundamental para el mantenimiento de la fascia (y todos los tejidos corporales), y un óptimo estado antiinflamatorio corporal. Por eso la regulación del sistema inmune mediante los mecanismos y la nutrición adecuada cobran un papel importante en el manejo del paciente en la medicina osteopática.

Se resalta también la importancia de una dieta rica en proteínas y aminoácidos esenciales (cárnicos y derivados, lácteos y derivados, huevos, leguminosas como frijoles, garbanzos, lentejas, frutos secos como marañones, almendras y nueces) debido a que un adecuado consumo de estos mantiene la salud muscular y fascial, pues gracias a estos se sintetizan los componentes de la matriz extracelular (ej. los glucosaminoglicanos). Además de la salud fascial, para el adecuado mantenimiento óseo y articular, se sugiere un consumo de alimentos ricos en minerales como el calcio (lácteos, mariscos, frutos secos como los pistachos o almendras, espinaca, berros, salmón, sardinas), el fósforo (pescados, mariscos, frutos secos, lácteos, carnes y vísceras, huevos, ajonjolí, soya y leguminosas) y el magnesio (semillas de girasol, nueces como pistachos, nueces, marañones, semillas de soja, ajonjolí, arveja, café), ya que esto permite una adecuada homeostasis ósea y se evita la resorción de estos oligoelementos en un déficit y predisponer a patologías como la osteoporosis. Además del consumo de estos se recomienda el mantenimiento de la vitamina D, por su papel en el metabolismo óseo, recibiendo luz solar para la síntesis de este en la piel o consumir alimentos ricos en este micronutriente.

Se recalca que fortalecer el consumo de alimentos naturales de origen vegetal y animal permite obtener los efectos benéficos en la salud, puesto que son los alimentos funcionales

por excelencia, sin embargo, su consumo debe ser regular para obtener estos efectos más allá de los nutricionales.

Otras recomendaciones

Se recomienda limitar el consumo de alimentos ultraprocesados y comidas rápidas (122), que son definidos como formulaciones industriales con 5 o más ingredientes, creados con el fin de ser duraderos, altamente apetecibles y lucrativos. Ya que la mayoría de sus ingredientes son aditivos, pueden llegar a afectar la salud por varias razones: son nutricionalmente desequilibrados viéndose relacionado frecuentemente con el aumento del índice de masa corporal (IMC), pueden crear hábitos de consumo y adicción, fáciles de consumir llegando a desplazar otros alimentos nutritivos. La comida rápida, por su parte, posee cuatro componentes en altas cantidades que tienen características nocivas para la salud como son: la grasa, la sal, la cafeína y el azúcar. (124,125)

En la dieta del paciente osteopático, se recomienda limitar el consumo de alimentos ricos en colesterol, puesto que como se revisó previamente el colesterol no se degrada y se acumula, aumentando el riesgo aterogénico y consecutivamente el riesgo cardiovascular, asociado a esto se recomienda el consumo de compuestos bioactivos hipolipemiantes (péptidos, fitoesteroles, fibra, ácidos grasos ω -3). Sumado a una dieta rica en colesterol y alimentos ultraprocesados (ej. azúcar refinado), las grasas trans, provenientes la mayoría de los alimentos procesados, se acumulan directamente en el tejido adiposo causando un aumento del índice de masa corporal. Se ha visto que un IMC en rango de sobrepeso y obesidad a largo plazo se relaciona con procesos de artrosis, y debido a la inflamación crónica generada por esta condición además de la sobrecarga mecánica en las articulaciones.

Se sugiere esto con el fin de disminuir las respuestas biológicas generadas por la toxicidad de sus componentes que llegan a alterar la composición de membranas celulares, aumento del estrés oxidativo, alteración de metabolitos esenciales y actividades enzimáticas inclusive alteraciones de material genético e hipersensibilidad. (83,124)

Como una recomendación adicional, se sugiere realizar ayuno intermitente, aunque desde el campo de la nutrición no se recomienda realizar este debido a diversas posiciones, algunas de ellas orientadas a los efectos secundarios que pudieran ocasionar, se ha

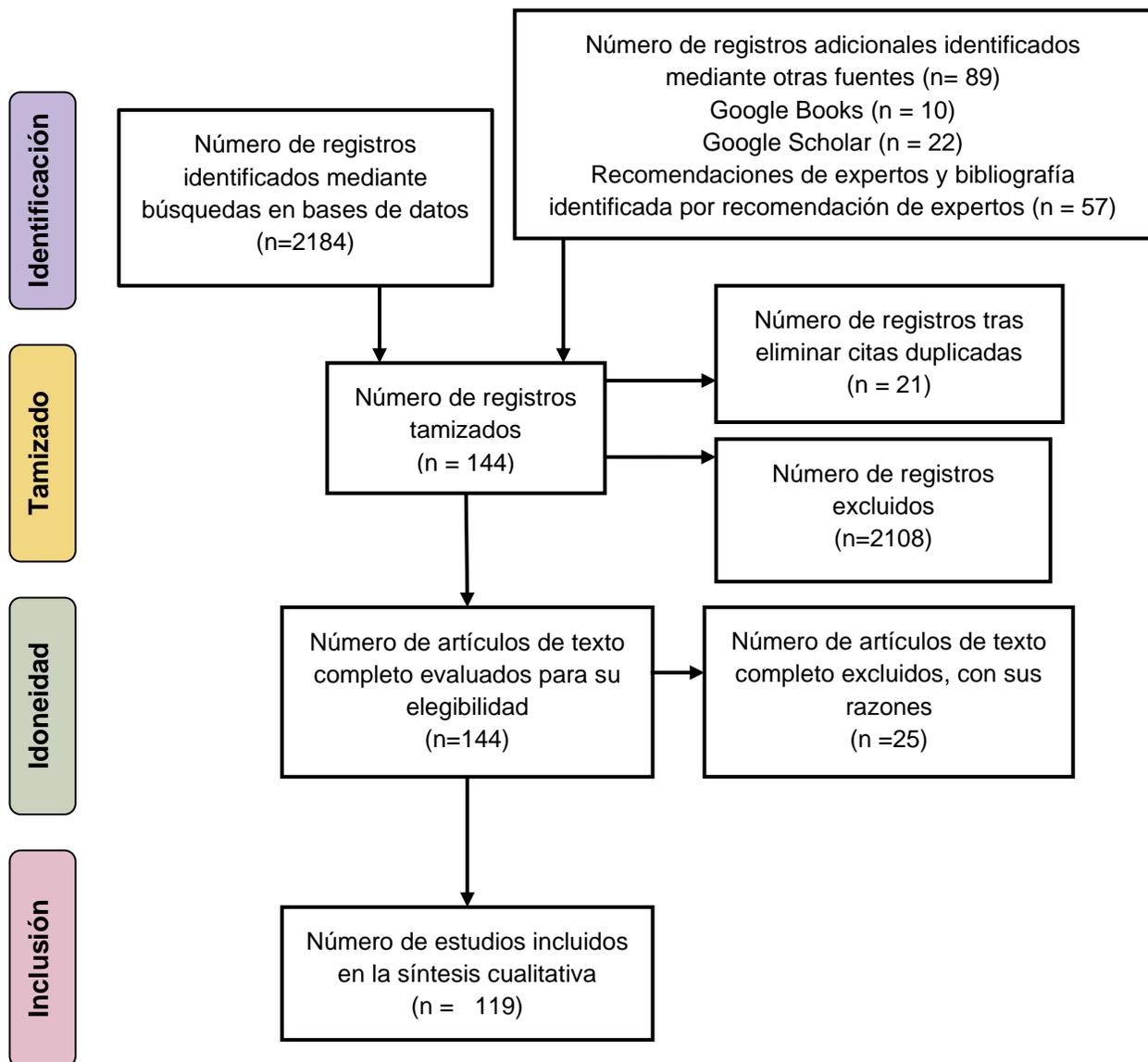
comprobado que la restricción calórica tiene efectos benéficos en el envejecimiento y el aumento de la esperanza de vida en los animales, en 1997 Weindruch y Sohal propusieron que estos beneficios de restricción calórica resultan de una reducción de radicales libres perjudiciales para la salud; estudios más recientes se ha visto que, dependiendo el tiempo de ayuno empiezan a producirse efectos como: el ayuno de 10 a 14 horas se agotan las reservas de glucógeno e inicia la hidrólisis de triglicéridos a ácidos grasos en los adipocitos o más de 20 horas ocurre la cetogénesis. En humanos los regímenes más estudiados de ayuno intermitente es 5:2 (2 días de ayuno semanales) y alimentación diaria con restricción de tiempo. (126)

Para obtener los beneficios del ayuno intermitente, los autores ofrecen tres recomendaciones: la primera es una dieta de 3 comidas balanceadas, la segunda es la implementación del ayuno intermitente de manera progresiva (mes 1: periodo de dieta 10 horas/5 días a la semana, mes 2: 8 horas de dieta/5 días a la semana, mes 3: 6 horas de dieta/5 días a la semana, mes 4: la meta de 6 horas/7 días a la semana) para afrontar la experiencia de la irritabilidad, dificultad para concentrarse, entre otros. Del ayuno intermitente se obtienen múltiples beneficios como la reducción del peso corporal, evita enfermedades neurodegenerativas limitando la inflamación, disminución a la resistencia a la insulina, disminuye los niveles de colesterol y triglicéridos, optimiza la regeneración celular y de DNA. (126)

Sin embargo, se recomienda consultar a un profesional de nutrición para un acompañamiento adecuado de este proceso, garantizándose la satisfacción de las necesidades nutricionales del paciente. Asegurando así una educación y asesoramiento continuo, con información adecuada, comunicación asertiva, intervenciones del estilo de vida y apoyo en el proceso. (127)

El sistema digestivo es la puerta de entrada a muchas patologías, es por eso por lo que la adecuada alimentación juega un papel tan importante en la salud. Así las cosas, se considera que el paciente puede potenciar su autocuración a partir de la alimentación, además de tener actividad física regularmente, mejorando sus condiciones fisiológicas y hábitos de vida saludables y que estas nuevas condiciones físicas optimicen y perpetúen los resultados de la medicina osteopática en todo el sistema fascial, sistema osteomuscular y articular, brindando así una mejor calidad de vida al individuo.

A. Anexo: Gráfica PRISMA



Elaboración propia

B. Anexo: Matriz de resultados de búsqueda

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Medicina manual osteopática	2002	Martinez ML.	El objetivo de este artículo fue realizar una breve revisión de los conceptos más importantes de la Medicina Osteopática describiendo en ésta sus beneficios y su abordaje general desde el punto de vista de las lesiones biomecánicas. En ésta se incluye su definición, la historia de la osteopatía, su filosofía y los principios bajo los que se rige, definiciones puntuales de las disfunciones somáticas (las lesiones que permiten establecer un tratamiento) y su fisiopatología, su abordaje diagnóstico teniendo en cuenta la definición de disfunción somática y las cadenas lesionales que se generan por múltiples causas como traumas o posturas, su tratamiento y las contraindicaciones de este	Medicina Osteopática	Artículo
Google Books	Tratado de Osteopatía.	2003	Ricard F, Sallé JL	En los primeros cuatro capítulos de este libro se define que es la osteopatía, donde nació, la historia de su fundación y de su evolución hasta la actualidad, además de la historia paralela de la quiropráctica, los principios que la rigen. Se define también la disfunción somática como base del diagnóstico osteopático y su fisiopatología. Además se expone la causa del dolor de origen mecánico explicado desde el punto de vista fisiológico y molecular.	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Google Books	Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. In: Tratado de nutrición	2008	Gil Hernandez Á, Sanchez de Medina F.	Este tomo del Tratado de Nutrición expone el metabolismo de cada uno de los nutrientes que son fundamentales para la homeostasis corporal, se describen en este todos los procesos moleculares celulares en el momento de la llegada de los nutrientes a ella. Describe el autor en el documento el metabolismo de macronutrientes como los hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas; también de los micronutrientes como las vitaminas y los minerales. En este libro también se describen los procesos energéticos de las células como el ciclo de Krebs y el ciclo de Cori.	Alimentación y Nutrición	Sección de un libro
Scholar	Síndrome de intestino irritable	2005	Otero W, Gómez M	Definido como una alteración gastrointestinal sintomática recurrente y crónica, el síndrome de intestino irritable es una de las enfermedades funcionales del tracto gastrointestinal más frecuentes en la población. Este artículo busca dar un amplio panorama de ésta enfermedad, dando una definición operativa, su contexto histórico desde la historia natural de la enfermedad, algunos datos epidemiológicos, una descripción detallada del cuadro clínico que presenta el paciente no solo desde el punto de vista GI sino también sus consecuencias psicológicas como desencadenante de trastornos psiquiátricos como depresión o ansiedad, plantea en detalle la fisiopatología, describe también los hallazgos clínicos y paraclínicos, su clasificación con los criterios de ROMA II y su tratamiento según la clasificación basándose en sus síntomas predominantes.	Fisiología	Artículo
Scholar	La medicina regenerativa: fundamentos y aplicaciones.	2018	Isaza C	Este artículo se realizó con el objetivo de sistematizar y revisar la información actualizada de los fundamentos y potenciales usos de la medicina regenerativa. En el desarrollo del documento, teniendo en cuenta el interés de la temática de este trabajo de grado, se describe cómo el desarrollo de nuevas metodologías optimicen la producción y función de distintos tipos de células madre, permitiendo que se aumente la migración celular hacia los tejidos alterados y mejoren la instalación en estos, denominando así este proceso como efecto Homing. Se plantea además la utilidad de este proceso en los trastornos osteoarticulares, siendo el área más estudiada en la actualidad, como es el caso de las fracturas de pérdida de hueso, donde se mezclan bloques de hueso autólogo, células madre con hueso desmineralizado y plasma rico en plaquetas; otro ejemplo es en el caso de osteoartritis donde una inyección de células madre con factores de crecimiento resulta en la recuperación del cartilago mejorando la sintomatología inicial.	Fisiología	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	Síndrome de inflamación de las mucosas. Tratamiento antihomotóxico.	2005	Rosales M.	El autor de este libro busca exponer su teoría respecto a la inflamación en cadena de las mucosas corporales, conocida como el síndrome inflamatorio de mucosas (SIM), esta determina que la inflamación de cualquiera de las mucosas en el cuerpo va a generar una reacción inflamatoria en cadena y a distancia de las otras que no están directamente afectadas por el agente inflamatorio (patógenos, alérgenos, tóxicos). Como factor importante, el autor destaca la migración linfocitaria desde las placas de Peyer con la posterior identificación mediante inmunoglobulinas de los agentes patógenos, llevando así a mucosas a distancia, como la mucosa oral o urogenital, información inmunológica que puede generar inflamación crónica si persiste la estimulación.	Fisiología	Sección de un libro

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Documentos sugeridos por expertos	Conceptos sobre los alimentos funcionales.	2004	Ashwell M.	El ILSI Europe elaboró un proyecto de alimentos funcionales presettato como una acción concertada de la Comisión Europea. Esta monografía se basa en el trabajo de estos expertos y en su documentación sobre todo en el informe y en los resultados de la acción concertada FUF0SE, financiada por la Comisión Europea. El concepto de alimento funcional esta orientado a estimular la investigación en nutrición para respaldar y validar el desarrollo de nuevos alimentos y componentes alimentarios. Aún constituyen un desafío científico, convirtiéndolo en uno de los objetivos futuros, este es el tema de otro proyecto de acción concertada conocido como PASSCLAIM, que busca profundizar estas investigaciones para comunicar las alegaciones a los profesionales de la salud y a los consumidores los beneficios de los alimentos funcionales para la nutrición y la salud	Alimentación y Nutrición	Reporte
Scopus	Biological effects of direct and indirect manipulation of the fascial system. Narrative review.	2017	Parravicini G, Bergna A.	La medicina osteopática es efectiva para mejorar la función, el movimiento y restaurar las condiciones de dolor. A pesar de los resultados clínicos, los mecanismos de cómo el tratamiento con medicina osteopática, logra sus efectos siguen sin estar claros. El sistema fascial se describe como una red tensional que envuelve el cuerpo humano y las manipulaciones directas o indirectas del sistema fascial son una parte distintiva de la osteopatía. El objetivo de ésta revisión describe los efectos biológicos de la manipulación directa e indirecta del sistema fascial. La metodología utilizada fue una búsqueda bibliográfica se realizó en febrero de 2016 en las bases de datos electrónicas: Cochrane, Medline, Scopus, Osmed, Pedro y publicaciones de los autores relativas al sitio web del Fascia Research Congress. Los resultados obtenidos fueron que la manipulación del sistema fascial parece interferir con algunos procesos celulares proporcionando diversas células y moléculas proinflamatorias y antiinflamatorias. Posterior a la revisión los resultados encontrados, los efectos biológicos de la manipulación directa o indirecta del sistema fascial no son concluyentes a pesar de la creciente investigación en el campo osteopático. De éste estudio se concluye que para elevar la medicina manual como una intervención primaria en entornos clínicos, es necesario aclarar cómo funcionan las modalidades de la osteopatía para respaldar sus eficacias clínicas.	Medicina Osteopática	Artículo
PubMed	Chronic inflammatory disease and osteopathy: A systematic review.	2015	Cicchiti L, Martelli M, Cerritelli F.	El propósito de esta revisión fue explorar hasta que punto el tratamiento de la medicina osteopática puede ser beneficioso en las enfermedades inflamatorias crónicas. Este trabajo incluyó cualquier tipo de estudio experimental que reclutara sujetos con enfermedades inflamatorias crónicas que comparara la medicina osteopática con cualquier tipo de procedimiento de control. La búsqueda se realizó en ocho bases de datos en enero de 2014 utilizando un enfoque pragmático de búsqueda bibliográfica. Dos revisores independientes realizaron la selección de estudios y la extracción de datos para cada estudio, evaluando el riesgo de sesgo con métodos de Cochrane y la heterogeneidad de esta. Diez estudios cumplieron con los criterios de inclusión para esta revisión y reclutaron a 386 sujetos. La búsqueda identificó seis pruebas controladas aleatorizadas, un estudio de laboratorio, un estudio piloto cruzado, un estudio observacional y un estudio piloto de casos y controles. Los resultados sugieren un efecto potencial de la medicina osteopática en pacientes con patologías médicas asociadas con enfermedades crónicas inflamatorias (en particular, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), Síndrome del Intestino Irritable, Asma y Enfermedad Arterial Periférica) en comparación con ningún tratamiento o terapia simulada, aunque los datos no son concluyentes. Los que recibieron medicina osteopática no informaron efectos secundarios importantes. La presente revisión sistemática mostró datos inconsistentes sobre el efecto de la terapia manual en el tratamiento de condiciones médicas potencialmente asociadas con enfermedades crónicas inflamatorias, sin embargo, la medicina osteopática parece ser un enfoque seguro. Se necesitan ensayos adicionales más sólidos para determinar la dirección y la magnitud del efecto de la OMT y generalizar los resultados favorables.	Medicina Osteopática	Artículo
Google Books	La alimentación y la nutrición a través de la historia.	2005	Salas- Salvadó J, Garcia-Lorda P, Sanchez J.	Este libro narra la historia de la humanidad desde la perspectiva de la alimentación, teniendo en cuenta no solo la importancia de salud que tienen los hábitos y las distintas costumbres, sino como desde el principio de la humanidad la alimentación ha tenido un impacto en el ámbito cultural, político, económico y social. Se realiza un viaje desde el principio con la evolución del hombre hasta llegar al Homo sapiens, se pasa por la historia de la época antigua y todas sus civilizaciones destacadas, posteriormente la edad media, el renacimiento, la edad Moderna. Es importante recalcar que este libro enfoca todo desde la alimentación y por lo tanto dispone de una sección del impacto de la revolución industrial en nuestros cambios de necesidades nutricionales y el impacto de esta en la salud humana actualmente.	Historia	Sección de un libro
Google Books	Historias de la nutrición en América Latina.	2012	Bourges R H, Bengoa J, O'Donnell A.	Este documento plantea un panorama por regiones latinoamericanas de la alimentación en cada una de ellas, expone en sus páginas la historia de los primeros pobladores indígenas de cada uno de los territorios y las distintas costumbres que tuvieron en el desarrollo de su historia y con esto, busca mostrar el panorama en el que se desarrollan las políticas publicas de cada uno de los territorios donde se asentaron en su momento actualmente.	Historia	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	La alimentación en la evolución del hombre.	2008	Arroyo P.	En una breve descripción el autor de este documento, realiza un análisis cultural y social de la evolución de la alimentación humana a lo largo de su historia. Al principio de la historia del hombre como lo conocemos hoy en día, tuvo varias transformaciones iniciando en una alimentación arbórea que gracias a los cambios climáticos los homínidos primitivos empezaron a cubrir extensiones grandes de terreno variando su alimentación a frutas y otras verduras que tuvieron cambios en su dentición. Este proceso dio inicio a los primeros rasgos culturales, como la elaboración de herramientas que posteriormente daría paso a la caza y la carrojería; este aumento de consumo de proteína animal aumento la masa cerebral dando paso a la evolución de estos primeros homínidos. Esta nueva forma de alimentación dio paso al nomadismo en búsqueda de alimento y el crecimiento poblacional posteriormente, dio paso al asentamiento de las comunidades dando origen a la agricultura y posteriormente a la ganadería, el descubrimiento del fuego permitió el desarrollo de las técnicas culinarias. Las necesidades evolutivas del hombre, lo han llevado a modificar su dieta a lo largo de su historia	Historia	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	La alimentación en la Historia.	2018	Andres Chain M, Gutierrez Hernandez AM, Ortega Martinez P, Poveda Arias P.	En los últimos años los historiadores parecen haber mostrado una mayor sensibilidad hacia la importancia de la alimentación para una comprensión holística de las sociedades pasadas, siendo frecuentes en los últimos años los congresos y publicaciones consagrados a este tema. Desde la Asociación de Jóvenes Historiadores hemos querido tomar el testigo de esta tendencia con el objetivo, precisamente, de reclamar ese papel protagonista de la alimentación en las dinámicas políticas, económicas, sociales y culturales a lo largo de la Historia. Bajo el título de este volumen, La Alimentación en la Historia, se pretende alcanzar una mejor comprensión de los desafíos actuales referidos a este tema y contribuir a resolverlos desde el pensamiento crítico y el análisis profundo de las causas y consecuencias de las problemáticas sociales y políticas, aportando para ello un enfoque transversal e interdisciplinar.	Historia	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Origen y evolución del ser humano.	2015	Barahona A.	El presente artículo nos lleva a un viaje en la evolución humana, con el fin de entender nuestra naturaleza, nos da a conocer los orígenes de la especie y su historia biológica. Describe como nuestra especie se fue alejando de otros mamíferos, inclusive como se empezaron a adquirir características únicas como la bipedestación, que permitió tener un cerebro de mayor tamaño, una reorganización en los miembros inferiores y la columna vertebral, provocando cambios también en los músculos y en el comportamiento. En el desarrollo del documento, la autora realiza una línea del tiempo dónde explica los cambios físicos y comportamentales desde nuestros antecesores como el <i>Australopithecus</i> , el <i>Homo habilis</i> llegando hasta los primeros <i>Homo sapiens</i> .	Historia	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Tratados hipocráticos. 353–385 p.	1983	Hipócrates	Es en esta primera literatura médica donde se establece, por primera vez en el ámbito cultural griego, la distinción entre "profanos" y "profesionales" un rasgo muy notable en la constitución de un saber científico. Pero, al destacar la importancia y significación de tal hecho, conviene subrayar el empeño manifiesto de los escritores de textos médicos para hacer sus explicaciones asequibles al público y difundir sus teorías. Hipócrates fue el padre de la medicina y en esta compilación de sus cientos de obras se expone su trabajo y lo que logró recuperarse de él, donde se plantean conceptos generales de la ciencia médica, escritos anatomofisiológicos, escritos dietéticos, de carácter patológico, contenido terapéutico y quirúrgico, inclusive conocimientos oftalmológicos.	Historia	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	La alimentación y la salud en la Grecia antigua.	2007	García Soler MJ.	Ensayo realizado por el autor con la intención de exponer un panorama actual comparado con los hábitos alimentarios y de mantenimiento de la salud en la Grecia Antigua donde destaca los cánones de belleza que tenían los antiguos griegos, destacando la importancia de la alimentación y el ejercicio descrito en la "Dietética" que no solo busca curar enfermedades sino preservar la salud. Se esboza en este documento la importancia de este concepto y como se fue desarrollando desde el punto de vista de múltiples filósofos y médicos de la época.	Historia	Reporte
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Alimentación y poder en el mundo romano.	2007	Villegas Becerril A.	En la Roma antigua existió una compleja red de relaciones entre la Alimentación y el Poder. Y fue, realmente, un auténtico laberinto, dada la realidad del propio hecho alimentario, un fenómeno conectado con diversas facetas culturales, humanas, históricas, tecnológicas, económicas, etc. Para llegar a realizar un somero análisis de esta relación, se han elegido cinco aspectos de la manifestación del poder a través de la alimentación: el estatus social, el pensamiento, la expresión religiosa, la economía y la cultura, estudiando asimismo, cómo su paso a través del tiempo, fue objeto de modificaciones en diferentes aspectos. Dichos aspectos han constituido la línea a través de la que analizar dicha relación, que por otra parte, no es de carácter exhaustivo.	Historia	Artículo
Scholar	Aulus Cornelius Celsus (25 a.C. - 50 d.C.) "De Medicina."	2002	Puigbó JJ.	El objetivo de este artículo fue hacer una revisión de la obra "De Medicina" cuyo autor fue Aulus Cornelius Celsus escritor médico romano y el enciclopedista, la cual fue el primer texto publicado sobre Medicina, Cirugía y Materia Médica, ésta obra presenta una visión integral y didáctica sobre el saber médico alcanzado para esa época en el mundo romano. Su importancia histórica ayuda para tener un mejor conocimiento acerca de la Escuela Alejandrina. En este documento se presenta una síntesis del documento inglés destacando algunos temas fundamentales contenidos en esta obra considerándose un gran aporte al saber médico. Se realiza, además del análisis, la exposición de la importancia del legado Romano a la civilización occidental, el papel importante que jugaron los enciclopedistas romanos, las raíces helénicas de la medicina romana, las diferentes escuelas o tendencias médicas griegas, la importancia de la Escuela de Alejandría, así como una breve sinopsis histórica de la antigua Roma que permite precisar la ubicación histórica de este ilustre personaje.	Historia	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Alimentación, nutrición y dietética a través de la historia de la enfermería	1999	Sanchez Gonzalez, N. García, MJ.	Este documento sintetiza la preencia de la alimentación como cuidado básico en la atención de enfermería desde la Edad Media donde aparecieron los primeros documentos escritos de los cuidados y necesidades de los individuos sanos y enfermos realizados por personas idóneas y entrenadas para tal labor. En las primeras obras, las autoras clasifican su contenido en siete puntos: definición y clasificación, ingesta, absorción y eliminación, consumo energético y reposición, propiedades organolépticas, contenido calórico y cultura alimentaria. Un siglo después se tuvieron en cuenta las necesidades de los pacientes, asegurando los mínimos nutricionales. Estos aportes permitieron cultivar los conocimientos en el cuidado de los pacientes desde la enfermería teniendo en cuenta las necesidades alimentarias según la época de vida y sus padecimientos.	Historia	Artículo
Google Books	Historia de la Gastronomía	2012	Gutierrez de Alva CI	La gastronomía se debe entender como una actividad interdisciplinaria, pues es el estudio de la relación entre la cultura y alimento. Si se dedica a profundizar en la definición se descubre que alrededor del alimento existen las Bellas Artes como la danza, teatro, pintura, música, escultura, arquitectura, pero también forman parte de ella las ciencias exactas y naturales como la física, la matemática, la química, biología y agronomía. Este libro busca llevar al lector a un viaje a través del tiempo brindándole a la gastronomía un panorama visto desde todos estos conceptos artístico y científicos que la han construido en toda su historia.	Historia	Sección de un libro
Google Books	La alimentación prehispánica. In: Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia.	2006	Rodríguez Cuenca JV.	La aproximación a la dieta de las poblaciones antiguas es un paso fundamental en la medición de sus respuestas adaptativas a la presión ambiental, los mecanismos culturales diseñados para sostener una población bien alimentada tanto en épocas de abundancia como de escasez, y, en fin, sobre sus condiciones y calidad de vida. Las fuentes pueden ser diversas, entre ellas los documentos existentes de la época cuando se desarrollaron los acontecimientos que se quieren reconstruir, para el caso americano las crónicas de los siglos XVI-XVII. Estas son deficientes en tanto que los españoles no conocían ni las plantas ni los animales americanos, mucho menos los hábitos alimenticios de los nativos, por lo cual nos quedó una impresión muy vaga de una supuesta dieta hipercalórica e hipoproteínica, que los estudios bioantropológicos han desvirtuado. Los restos de plantas y animales que se han conservado en los yacimientos arqueológicos excavados cuidadosamente, suministran una importante información sobre un aspecto parcial de la alimentación prehispánica; tienen el inconveniente de que no todos los restos alimenticios se conservan dejando huella para la posteridad, y no siempre es fácil encontrar un yacimiento que nos proporcione una información completa sobre este aspecto. El tipo de dieta se puede inferir por la ocurrencia de las lesiones dentales (caries, cálculo, desgaste dental), y su calidad por las lesiones óseas que reflejan la privación nutricional (defectos del esmalte, hiperostosis porótica, líneas de detención del crecimiento).	Historia	Sección de un libro
Scholar	Aspectos de la historia del descubrimiento de algunas vitaminas.	2004	Astoviza M.	Se realiza una revisión de la historia de la alimentación destacando el descubrimiento de algunas vitaminas en el mundo destacando la importancia clínica de cada una de ellas. Se resume el descubrimiento de la Vitamina C al consumir cítricos entre los marinos ingleses para el manejo del escorbuto, entendiendo que su causa era una avitaminosis. Posterior al descubrimiento de la vitamina C empezaron a estudiar en los siglos siguientes otras vitaminas como la tiamina cuyo déficit provoca el beriberi, la vitamina B3 y la ceguera nocturna causada por un déficit de vitamina A.	Historia	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	La alimentación en la revolución industrial	2016	Borda Herrera, A.	Las técnicas culinarias que tenemos en estos tiempos, se han logrado en el transcurso de muchísimos siglos, porque el hombre primitivo, como la mayoría de otros seres vivos, se pasó siglos con una alimentación basada en la recolección para asegurar su cuerpo de proteínas, los lípidos y los glúcidos que eran necesarios, primero para su subsistencia y también para su reproducción. El hombre primitivo usaba el fuego como único elemento para darle algo de sabor a sus comidas, ni que decir del tiempo que le tomó desarrollar una técnica para la fabricación de elementos que le ayudara de cierta forma a purificar sus alimentos, como las vasijas, lograr que los elementos químicos de algunos de sus alimentos, lograran desaparecer mediante el método de la cocción a través del agua y del fuego, se cree que los hongos la carne y las verduras fueron los primeros alimentos consumidos en una sopa.	Historia	Página web

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Documentos sugeridos por expertos	Foundations of Osteopathic Medicine. Third Edit. 3-93 p.	2011	Chila AG, Carreiro J, Dowling DJ, Gamber RG, Glover J, Habenicht A, et al.	La filosofía osteopática, engañosamente simple en su presentación, forma la base del enfoque distintivo de la medicina osteopática para el cuidado de la salud. La filosofía actúa como un conjunto unificador de ideas para la organización y aplicación del conocimiento científico a la atención del paciente. A través de la filosofía, este conocimiento se organiza en relación con todos los aspectos de la salud (física, mental, emocional y espiritual). Un enfoque centrado en el paciente, utilizando principios de atención al paciente orientados a la salud y habilidades únicas, incluido el diagnóstico y tratamiento manuales prácticos, guían la aplicación de ese conocimiento. Estos conceptos forman la base para la práctica de la medicina osteopática. Los puntos de vista y las actitudes que surgen de los principios osteopáticos brindan a los médicos osteopatas una plantilla importante para la resolución de problemas clínicos, la restauración y el mantenimiento de la salud y la educación del paciente. En el siglo XXI, este punto de vista es particularmente útil cuando los profesionales de una amplia variedad de disciplinas se enfrentan a problemas físicos, psicológicos, sociales, éticos y espirituales cada vez más complejos que afectan a individuos, familias y poblaciones de una amplia variedad de culturas y orígenes.	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Google Books	Teachings in the science of osteopathy.	1990	Sutherland WG.	El mecanismo respiratorio primario mantiene un ciclo de movilidad y motilidad inherente, rítmico, automático e involuntario de "vida y movimiento" de diez a doce veces por minuto en estado de salud. Esto produce una flexión rítmica de todas las estructuras de la línea media del cuerpo con rotación externa de todas las estructuras laterales emparejadas, alternando con la extensión de todas las estructuras de la línea media del cuerpo con rotación interna de todas las estructuras laterales emparejadas. Cada célula y todos los fluidos del cuerpo expresan este involuntario rítmico, vital "vida y movimiento" a lo largo de la vida. Esta movilidad y motilidad son factores importantes para mantener la salud en la homeostasis vital de la estructura y función del sistema nervioso central, el sistema endocrino y otras unidades de función dentro de la fisiología corporal. El Dr. Sutherland consideró que la fluctuación del líquido cefalorraquídeo es la primera y más fundamental característica del mecanismo respiratorio primario.	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Google Books	The Five Osteopathic Models: rationale, application, integration: From an Evidence-based to a Person-centered Osteopathy.	2018	Hruby RJ, Tozzi P, Lunghi C, Fusco G.	Lejos de ser una simple secuencia de técnicas, tal como se practica en muchos países, la osteopatía es un sistema de atención primaria de salud independiente basado en principios aplicados a través de una práctica manual: una profesión única que cuida a la persona en su totalidad a través de la aplicación de cinco modelos (biomecánico, neurológico, respiratorio-circulatorio, metabólico y conductuales). Estos modelos conceptuales de la relación entre estructura y función permiten a los osteopatas evaluar el tratamiento con el objetivo de promover la salud en lugar de curar la enfermedad. Este libro pretende ser un manual tanto para estudiantes como para profesionales osteopatas interesados en explorar los principios, objetivos, orígenes y aplicaciones de los cinco modelos osteopáticos, desde los conceptos tradicionales hasta una visión moderna, basada en la evidencia y el pensamiento crítico. Se examinan los criterios de selección y las reglas para la aplicación de cada modelo, con sus limitaciones y potencialidades, para que el lector pueda comprender la lógica detrás de su uso en una práctica integral, holística y centrada en el paciente.	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Philosophy of Osteopathy.	1899	Still AT.	Uno de los tres libros del Dr. A.T Still, el fundador de la osteopatía en este el expone la filosofía de la osteopatía de una forma narrativa y poética, la que lo caracterizaba. En este, el autor busca describir cuales son las cualidades de un osteopata, la importancia de la anatomía musculoesquelética, sistémica y en especial del tejido fascial, las divisiones del cuerpo, los principios que construyeron la filosofía osteopática, conocimiento bioquímicos y moleculares, entre otros.	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	A.T. Still's osteopathic lesion theory and evidence-based models supporting the emerged concept of somatic dysfunction.	2016	Liem T.	Andrew Taylor Still, MD, DO, acuñó la idea original de lesión basada en la obstrucción del flujo de fluidos corporales, pero refiriéndose principalmente a las estructuras óseas y más precisamente a la columna vertebral. A lo largo del siglo XX, esta idea tomó forma y se desarrolló en el concepto de disfunción somática, un término familiar tanto para los médicos osteopatas formados en los EE. La presente revisión narrativa histórica ofrece una descripción general de la evolución del concepto de lesión original de Still, los principales modelos de disfunción somática basados en la evidencia que intentan explicar los hallazgos clínicos y una crítica del concepto.	Medicina Osteopática	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. Vol. 6.	2003	Myers T.	Este libro se centra en la aplicación de ejercicios anatómicos a través de una variedad de enfoques de tratamiento y evaluación clínica, lo que demuestra cómo los problemas dolorosos en un área del cuerpo pueden vincularse con un "área silenciosa", alejarse del problema y, en última instancia, dar lugar a nuevas estrategias de tratamiento. Posee actualizaciones con las últimas investigaciones basadas en evidencia e incluye una nueva cobertura de los trenes anatómicos en movimiento utilizando el movimiento evolucionado de Pilates, trenes anatómicos en caballos y perros, y el compendio fascial actualizado sobre elementos, propiedades, neurología y Orígenes del sistema fascial.	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Documentos sugeridos por expertos	Segmental Anatomy.	2010	Wancura-Kampik I.	En este libro se ilustran y escriben formidablemente las correlaciones entre los nervios espinales y los segmentos de la piel, el sistema muscular y los huesos. Las áreas de proyección de los órganos internos sobre la superficie corporal se deducen de la anatomía del sistema nervioso. Estas correlaciones entre los nervios espinales y la periferia del cuerpo explican cómo surten efecto la acupuntura, las terapias neurales y manuales.	Fisiología	Sección de un libro
Documentos sugeridos por expertos	Cranial Osteopathy. Principles and Practice.	2004	Liem T.	La osteopatía craneal es un enfoque de tratamiento cada vez más popular para muchos trastornos comunes que afectan la cabeza y el cuello. Esta nueva guía clínica es el primer y único recurso en profundidad sobre el tema, que ofrece un análisis exhaustivo de las disfunciones osteopáticas y los principios en el campo craneal. Examina cada hueso craneal y describe su ubicación, desarrollo e implicaciones clínicas de la disfunción. Esta discusión va seguida de orientación sobre inspección, palpación, enfoque biomecánico y biodinámico de la motilidad de cada hueso craneal, y explicaciones de las técnicas intrasurales o intraóseas apropiadas	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Documentos sugeridos por expertos	Osteopatía Visceral.	2013	Martinez ML.	Documento escrito por la Dra Maria Lucia Martinez, encargada de traer la osteopatía a Colombia, es uno de los libros donde se realiza un compendio de técnicas estudiadas por la autora teniendo en cuenta los ángulos más adecuados para realizar cada una de las técnicas. Además se plantean conceptos clave expuestos por otros autores que ella recopila en su libro.	Medicina Osteopática	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Visceral manipulation.	1983	Barral J-P, Mercier P.	La osteopatía y otros sistemas de medicina manual han desarrollado una variedad de modelos para comprender la mecánica del movimiento propio e impropio del sistema musculoesquelético. En este importante y pionero trabajo, esa misma visión estructural se aplica al sistema visceral. La premisa central de "Manipulación visceral" es que la interrelación de estructura y función entre los órganos internos es al menos tan fuerte como la que existe entre los constituyentes del sistema musculoesquelético; y que, al igual que el sistema musculoesquelético, la manipulación de las vísceras puede utilizarse beneficiosamente en el tratamiento de una amplia variedad de problemas que afectan a cualquiera de los sistemas del cuerpo.	Medicina Osteopática	Sección de un libro

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Tratado de fisiología médica. 753-803 p.	2011	Hall JE, Guyton AC.	La sección utilizada en el desarrollo de este trabajo fue la unidad de fisiología gastrointestinal. Esta sección describe detalladamente cada proceso fisiológico durante la digestión, tanto mecánica, química y molecularmente. Es un documento detallado imprescindible a la hora de desarrollar la descripción de la fisiología durante la alimentación. Además destaca de forma importante el papel de cada una de las partes macroscópicas y microscópicas de cada órgano que participa en la digestión.	Fisiología	Sección de un libro
Google Books	Fisiología de la nutrición.	2012	Ascencio Peralta C.	La fisiología, al igual que la biología celular y la bioquímica suelen ser asignaturas complejas, por tanto, en esta obra se retoma la función de aparatos y sistemas, tejidos y órganos desde los conceptos más básicos, para entender qué sucede cuando los mecanismos normales se alteran y poder sustentar los cambios que se requieren en la dieta para compensar e inclusive revertir dichas alteraciones. La comprensión de la fisiología de los distintos aparatos y sistemas del cuerpo humano es un tema de vital importancia para el profesional de la nutrición, así como cualquier persona interesada en el estudio de las ciencias de la salud. Su relevancia va mucho más allá de conocer la función general del organismo; es necesario entender cómo los nutrientes participan en la síntesis de compuestos, en la estructura de tejidos, en los mecanismos de comunicación celular, en la forma en la que éstos son aprovechados desde que son ingeridos como alimentos, digeridos, absorbidos y utilizados en las células, los desechos que se generan en el metabolismo y cómo se eliminan.	Fisiología	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Bioquímica ilustrada Harper. 28th ed.	2010	Murray R, Bender D, Botham K, Kenelly P, Rodwell V, Weil PA.	Enfatiza el vínculo entre la bioquímica y la comprensión de los estados de enfermedad, la patología de la enfermedad y la práctica de la medicina. Con una presentación a todo color y numerosos ejemplos médicamente relevantes, Harper's presenta una revisión clara y sucinta de los fundamentos de la bioquímica que todo estudiante debe comprender. Se utilizó este libro debido al proceso descriptivo que utiliza para exponer cada proceso metabólico de los nutrientes que ingresan en la dieta, además de la descripción del proceso mediante el cual las células obtienen energía y producen sus enzimas para cada proceso metabólico.	Fisiología	Sección de un libro
Documentos sugeridos por expertos	Dietetapia de Krause. 14th ed.	2017	Mahan K, Raymond J.	Este importante libro para los profesionales de la salud, fue consultado para profundizar los conocimientos respecto a los nutrientes en materia de su composición, absorción, transporte, metabolismo y excreción de cada uno de estos. Los alimentos proporcionan la energía y los materiales básicos para incontables sustancias que son esenciales para el crecimiento y la supervivencia del ser humano. Esta sección comienza con una sucinta visión de la digestión, la absorción, el transporte y la excreción de los nutrientes. A través de estos notables procesos, multitud de alimentos complejos se transforman en nutrientes individuales para ser utilizados en el metabolismo. Los macronutrientes (proteínas, lípidos e hidratos de carbono) contribuyen al depósito total de energía, aunque, en última instancia, la energía que aportan está disponible para el funcionamiento de los músculos y los órganos del cuerpo. El modo en el que los nutrientes pasan a convertirse en elementos integrales del cuerpo y colaboran en su funcionamiento correcto depende, en gran medida, de los procesos fisiológicos y bioquímicos que controlan sus acciones.	Alimentación y Nutrición	Sección de un libro
Scholar	Ácidos grasos de cadena corta y patologías intestinales.	2017	Manrique Vergara D, González Sánchez ME.	Es una revisión de tema realizada mediante la lectura de artículos publicados acerca de la suplementación oral con ácido butírico; que es un ácido graso de cadena corta clave en el metabolismo colónico pues es el principal sustrato energético del coloncito, estimula la absorción de sodio y agua en el colon y presenta acción trófica sobre las células intestinales. En los estudios evaluados durante el desarrollo de esta revisión se vio el beneficio del uso de suplementación de ácido butírico en patologías como colitis ulcerativa, síndrome de intestino irritable, diverticulitis e inclusive en pacientes más graves que requieren el uso de farmaconutrientes con tributirina por sonda enteral que presentaron mejoras en estreñimiento y tolerancia gastrointestinal. Como conclusión de este trabajo, el uso de suplementación de ácido butírico ejerce efectos nutricionales, tróficos y antiinflamatorios sobre el epitelio intestinal, siendo una estrategia prometedora para las patologías gastrointestinales, sobre todo aquellas causadas por disbiosis y afección epitelial.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	Resolución 333: Requisitos de rotulado o etiquetado nutricional para alimentos envasados para consumo humano.	2011	Social M de la P.	Documento mediante el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano.	Alimentación y Nutrición	Estatuto
Documentos sugeridos por expertos	Resolución número 3803 de 2016 - Recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes (RIEN) para la población Colombiana.	2016	Ministerio de salud Colombia.	Documento gubernamental colombiano mediante el cual se establecen las recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes RIEN para la población colombiana y se dictan otras disposiciones.	Alimentación y Nutrición	Estatuto
Documentos sugeridos por expertos	La fibra y sus beneficios a la salud.	2014	Almeida SL, Aguilá T, Deisy H.	La fibra es un componente esencial de la dieta para mantener un estado óptimo de la salud que tiene un consumo muy bajo según los requerimientos diarios de este, en este documento se realiza una revisión general de conceptos alrededor de la fibra, como son su definición y como se desarrolló a lo largo de la historia donde se descubrió su importancia en la salud, desde la época clásica donde se empezaron a describir sus fuentes alimentarias. Dentro de esta definición se realiza una clasificación de la fibra de acuerdo a sus características, se describen sus beneficios generales de su consumo y también su rol en la prevención de enfermedades en el tracto gastrointestinal, la salud cardiovascular, diabetes tipo 2 y enfermedades metabólicas.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	Manual de Nutrición y Dietética.	2013	Carbajal Á.	La alimentación, los alimentos, la dieta, la nutrición, tienen un importante papel en el mantenimiento de la salud y en la prevención de muchas enfermedades, incluso antes del nacimiento, aunque muchas veces no seamos conscientes de ello. Cada día, varias veces al día, seleccionamos y consumimos alimentos que condicionan nuestro estado de salud, para bien y, en ocasiones, también para mal. Las deficiencias de hierro, yodo o vitamina A todavía afectan a una gran parte de la población, especialmente en países emergentes. En los países desarrollados, las más prevalentes son, sin embargo, las denominadas enfermedades de la abundancia o enfermedades crónico-degenerativas (ECD) (obesidad, diabetes, enfermedad cardiovascular (ECV), hipertensión arterial (HTA), osteoporosis, algunos tipos de cáncer, etc.), en las que la dieta y sus componentes, nutrientes y no nutrientes, pueden estar implicados, como factores de protección o de riesgo. Este manual brinda de manera práctica y muy clara conceptos de nutrición básicos para entender mejor los procesos metabólicos alrededor de los nutrientes.	Alimentación y Nutrición	Sección de un libro
Documentos sugeridos por expertos	Lipoproteínas: metabolismo y lipoproteínas aterogénicas.	2013	Carvajal C.	Describe el proceso de transporte de los lípidos mediante las lipoproteínas: existen cuatro clases de lipoproteínas en la sangre: quilomicrones, VLDL, LDL y HDL. Los quilomicrones transportan triglicéridos a músculo esquelético, músculo cardíaco y tejido adiposo. Por otro lado el hígado secreta VLDL que distribuye triglicéridos a tejido adiposo, músculo y corazón, el LDL transporta colesterol hacia las células y el HDL remueve colesterol de las células de vuelta al hígado. Aquellas lipoproteínas ricas en triglicéridos y sus remanentes son aterogénicas y se encuentran asociadas con otros factores lipídicos de riesgo como son las LDL pequeñas y densas además de niveles bajos de HDL. Este documento brinda una descripción detallada de cada una de las lipoproteínas, su metabolismo y su importancia clínica.	Alimentación y Nutrición	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Scopus	Defining the fascial system.	2017	Adstrum S, Hedley G, Schieip R, Stecco C, Yucesoy CA.	En este documento los autores buscan definir la fascia, que está definida como término anatómico ampliamente utilizado pero indistintamente definido que se aplica simultáneamente a la descripción de tejido conectivo de colágeno blando, tejido membranoso que impregna el cuerpo. La sociedad de investigación de fascia actúo con el fin de correr el uso inconsistente de este término, está causando preocupación debido al potencial para confundir la comunicación técnica sobre la fascia en entornos discursivos globales. Esta sociedad estableció un comité de nomenclatura de fascia (FNC) cuyo propósito era aclarar la terminología relacionada con esta. Desde entonces, ha desarrollado y definido los términos de fascia y más recientemente, el sistema fascial. En este documento se presentan los resultados de la propuesta de este comité.	Fisiología	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Emerging diverse roles of telocytes.	2019	Kondo A, Kaestner KH.	Desde la primera descripción de las células intersticiales de Cajal en el intestino de los mamíferos en 1911, los científicos han encontrado células estructuralmente similares, ahora denominadas telocitos, en numerosos tejidos de todo el cuerpo. Estas células han despertado recientemente un interés renovado, gracias al desarrollo de un conocimiento molecular y manipular genéticamente la función de la homeostasis y la enfermedad de los tejidos. En este documento se discute acerca del descubrimiento de los telocitos, sus propiedades físicas, distribución y función, centrándonos en los desarrollos recientes en el análisis funcional de los telocitos positivos para Fox11 en el nicho de las células madre intestinales y, finalmente, los desafíos actuales del estudio de los telocitos como un tipo celular distinto.	Fisiología	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	La fascia desde la medicina osteopática.	2020	Padilla Stambulie EA.	La fascia es un tejido fundamental en el ser humano, da forma, delimita, conecta y regula muchos procesos. La fascia se ha visto tradicionalmente como un tejido de sostén. Desde la primera descripción de la fascia se han hecho grandes cambios tanto en su concepto como en el entendimiento de su función en el organismo. Se describirá este tejido desde el punto de vista de varias ciencias hasta llegar a la visión integrativa de la osteopatía. En este trabajo se discutirá como se encuentra distribuida la fascia en el organismo, sus más recientes propiedades fisiológicas, histológicas y de mecanotransducción; y finalmente el impacto positivo de la osteopatía al manipular este tejido en patologías mecánicas osteomusculares, inflamatorias, inmunes, emocionales, quirúrgicas, etc; su utilidad en espacios intra y extrahospitalarios, en conjunto con otros manejos médicos o como tratamiento único. Y los desafíos actuales que enfrenta la osteopatía para darle a la fascia la importancia al significado vital que cumple.	Fisiología	Tesis
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Biología celular y molecular.	2005	Lodish H, Berk A, Matsudaira P, Kaiser C, Krieger M, Scott M, et al.	Evitando un enfoque enciclopédico, el libro basa su cobertura en los experimentos que definen nuestra comprensión de la biología celular, involucrando al lector con los emocionantes avances que definen la historia del campo y apuntan a su futuro. Los autores, todos investigadores y docentes de primer nivel, incorporan ejemplos médicamente relevantes cuando corresponde para ayudar a ilustrar las conexiones entre la biología celular y la salud y las enfermedades humanas. Este documento permitió aclarar procesos metabólicos nutricionales que permiten el funcionamiento adecuado celular.	Fisiología	Sección de un libro
Documentos sugeridos por expertos	The Extracellular Matrix and Ground Regulation.	2004	Pischinger A.	El funcionamiento del entorno adecuado para las células, llamado matriz extracelular (ECM) y regulación del suelo, ha ocupado la tradición médica europea desde principios del siglo XX. A medida que se ha vuelto más claro que el origen de la enfermedad y sus primeras señales se registran en el tejido conectivo o miofascia, los patólogos celulares y los bioquímicos han buscado circunscribir las redes de comunicación celular y microcirculación en la MEC. Tanto en Europa como en los Estados Unidos, el trabajo de los terapeutas manuales, incluidos los Rolfers, los terapeutas craneosacrales y otras disciplinas somáticas, se ha basado durante muchos años en el modelo externo de Pischinger de cómo se registran los cambios en el EMC en el sistema nervioso central y el cerebro, y se transportan de vuelta a la periferia y a los órganos conectados. El emocionante trabajo reciente de Heine muestra que la regulación y la construcción del ECM tienen relación con los sistemas cibernéticos no lineales y las transiciones de fase.	Fisiología	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	The Fascias.	2002	Paoletti, S.	Las fascias comprenden una amplia variedad de tejidos corporales, incluidas las membranas, los ligamentos, los tendones y los mesenterios. Todos estos tejidos se derivan del mesodermo, que experimenta movimientos de enrollamiento o balanceo durante el desarrollo embrionario. Este es el origen de los micromovimientos inherentes, o motilidad, que son tan importantes en muchos enfoques osteopáticos para el diagnóstico y el tratamiento. Las fascias se encuentran en todos los niveles del cuerpo y constituyen un elemento básico de la fisiología humana. Sirven como la primera línea de defensa del cuerpo, actuando independientemente del sistema nervioso central, razón por la cual se les conoce como "cerebro periférico". Desde un punto de vista mecánico, las fascias se organizan en cadenas para defender el cuerpo de restricciones. Cuando una restricción supera un umbral específico, las fascias responden modificando su viscoelasticidad, cambiando las fibras colágenas y transformando las cadenas fasciales sanas en cadenas lesionadas. Las fascias mantienen un registro de cada traumatismo que provoca un cambio en la motilidad. A través de la sensibilidad de manos entrenadas, somos capaces de percibir movimientos en un nivel micro y, por lo tanto, podemos detectar alteraciones de la motilidad, que revelan el historial médico de un paciente. Las técnicas reparadoras, adaptadas a cada paciente, pueden restaurar la motilidad normal. De esta forma, se pueden superar las alteraciones fasciales, permitiendo que el cuerpo recupere sus funciones fisiológicas normales. Por ello, podemos decir que la salud de toda persona se refleja en gran parte en las fascias.	Fisiología	Sección de un libro
PubMed	Anatomy, Fascia	2020	Bordoni B, Mahabadi N, Varacallo M.	La fascia se ha definido de muchas formas, a pesar de la incertidumbre científica, existe un acuerdo con los textos médicos en los que se describe como un tejido que cubre todas las estructuras del cuerpo, creando una continuidad estructural que da forma y función a todos los tejidos y órganos. Sin embargo, los investigadores no están de acuerdo con esta definición. El tejido fascial tiene una distribución ubicua en el sistema corporal, es capaz de envolver, interpenetrar, sostener y formar el torrente sanguíneo, el tejido óseo, el tejido meningeo, los órganos y los músculos esqueléticos. La fascia crea diferentes capas interdependientes con varias profundidades, desde la piel hasta el periostio, formando una estructura mecano-metabólica tridimensional. Este documento describe la estructura y la funcionalidad de la fascia: mecánica y emocional, su desarrollo embriológico, su irrigación sanguínea y drenaje linfático, su inervación, su función a nivel muscular, sistema linfático y las implicaciones que tiene en el ámbito quirúrgico y clínico.	Fisiología	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Inmunología de Rojas. 17ª edición.	2015	Rojas W, Anaya JM, Lopera D, Cano LE.	Este libro desarrollado por la CIB es una excelente guía de estudio del sistema inmunológico y todos sus procesos moleculares, en este documento se exponen los conceptos básicos de las respuestas inmunitarias en el ser humano. Para este trabajo de grado se revisaron en este texto, los procesos moleculares que se llevan a cabo en el cuerpo durante una inflamación aguda y crónica, con el fin de estudiar las cascadas inflamatorias celulares, el papel de cada leucocito durante este y como una inflamación pasa de aguda a crónica y los mecanismos mediante los cuales se produce.	Fisiología	Sección de un libro
Scholar	Mini-revisión: Inflamación crónica y estrés oxidativo en la diabetes mellitus.	2007	Rosado Perez J, Mendoza-Núñez VM.	En esta revisión se realiza una síntesis del proceso inflamatorio crónico y estrés oxidativo producido en la diabetes mellitus. La diabetes mellitus es una enfermedad metabólica de origen endocrino, cuya principal característica bioquímica es la hiperglucemia crónica asociada a fallas en la acción o producción de insulina, con alteraciones del metabolismo intermedio de lípidos y proteínas. Se ha demostrado que la hiperglucemia crónica es el principal factor etiológico de las complicaciones diabéticas, sin embargo los mecanismos bioquímicos involucrados en el proceso fisiopatológico no son del todo conocidos. Al respecto, se ha señalado que la hiperglucemia desencadena procesos bioquímicos dañinos para el organismo, como el estrés oxidativo y la inflamación crónica.	Fisiología	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Scholar	Respuesta inflamatoria sistémica: fisiopatología y mediadores.	2000	García De Lorenzo y Mateos A, López Martínez J, Sánchez Castilla M.	Se realizó una revisión de las características de la respuesta inflamatoria, describiendo las reacciones programadas que se desencadenan cuando la respuesta se generaliza y se analizaron los mecanismos durante el desarrollo y finalización de este proceso. Este trabajo se realizó revisando bibliografía de estudios recogidos en Medline. Tras la agresión se desencadena una serie de respuestas orgánicas programadas que tienden a limitar el cuadro inflamatorio; la pérdida de control local induce una respuesta inflamatoria generalizada y ampliada, controlada humoral y celularmente y desencadenada por la activación conjunta de fagocitos y células endoteliales. Si esta respuesta inflamatoria no es adecuadamente modulada, se origina un síndrome inflamatorio sistémico, que puede alterar el metabolismo intermediario y la función de los diferentes órganos. Se describe el complejo entramado de los mediadores de la inflamación, así como sus relaciones con la respuesta neuroendocrina y con la respuesta de fase aguda.	Fisiología	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Harrison. Principios de medicina interna. Vol 1.	2012	Fauci AS, Kasper DL, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jameson JL, et al.	Se enfoca en la fisiopatología con rigor y con el objetivo de vincular los mecanismos de la enfermedad con los tratamientos. Una mejor comprensión de cómo se desarrollan y progresan las enfermedades no solo promueve una mejor toma de decisiones y una atención de mayor valor, sino que también hace que la lectura sea fascinante y mejore la retención. También resume nuevos e importantes desarrollos científicos básicos, como el papel de las mitocondrias en la muerte celular necrótica y programada, el papel del sistema inmunitario en el desarrollo y tratamiento del cáncer, el impacto del acortamiento de los telómeros en los procesos de envejecimiento y enfermedades, y el papel del microbioma en salud y enfermedad. Comprender el papel de la inflamación en las enfermedades cardiovasculares, los mecanismos precisos de la inmunodeficiencia en el VIH/SIDA, los priones y las proteínas mal plegadas en las enfermedades neurodegenerativas y la obesidad como predisposición a la diabetes son solo algunos ejemplos de cómo esta edición proporciona información fisiopatológica esencial para los profesionales de la salud	Fisiología	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Sistema inmunitario y aparato gastrointestinal. In: Gastroenterología	2018	Furusho Y, Kazuo J, Carlos BO.	Esta sección del libro define el sistema inmunitario, destacando sus funciones más importantes a nivel gastrointestinal, exponiendo los tipos de inmunidad que se presentan a nivel de este. es. El sistema inmune representa una respuesta fisiológica del organismo ante una agresión, ya sea infecciosa o no infecciosa. En el aparato gastrointestinal, el sistema inmune juega uno de los papeles más grandes y complejos, pues el tracto gastrointestinal continuamente se enfrenta a una enorme carga de antígenos en la que debe discriminar claramente entre organismos invasores o patógenos, y antígenos no dañinos, como los alimentos o incluso bacterias comensales. El sistema inmune se divide en: inmunidad innata e inmunidad adquirida (adaptativa) con base en sus componentes de especificidad	Fisiología	Sección de un libro
Scholar	El intestino: Pieza clave del sistema inmunitario.	2008	Ramiro-Puig E, Pérez-Cano FJ, Castellote C, Franch A, Castell M.	El intestino se halla expuesto a una elevada carga antigénica constantemente procedente de la dieta y de bacterias comensales. El tejido linfóide asociado al intestino (GALT) constituye la parte más extensa y compleja del sistema inmunitario y es capaz de discriminar de forma eficaz entre patógenos invasivos y antígenos inocuos. El conocimiento de su particular subdivisión en tejido organizado, inductor de la respuesta inmunitaria (placas de Peyer y ganglios linfáticos mesentéricos), y tejido difuso, efector de la respuesta inmunitaria (linfocitos intraepiteliales y linfocitos de lámina propia), permite comprender como se desarrolla y regula la respuesta inmunitaria en el intestino y como esta se extiende al resto del organismo	Fisiología	Artículo
Scholar	Gut microbial biofilm composition and organisation holds the key to CRC.	2019	Hold GL, Allen-Vercoe E.	Este documento realiza una síntesis de un nuevo estudio que proporciona información mecanicista sobre el potencial carcinogénico de las biopelículas microbianas de la mucosa del colon humano, lo que confirma que tanto la composición como la organización de la microbiota junto con la respuesta inflamatoria del huésped son factores que contribuyen a crear la "tormenta perfecta" en términos de carcinogénesis colorrectal.	Fisiología	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Clasificación de los alimentos y sus implicaciones en la salud.	-	OPS/OMS Ecuador	Esta propuesta de clasificación de los alimentos toma en cuenta las implicaciones para la promoción de la salud y el bienestar de la población y reconoce los factores sociales, políticos y económicos que influyen en los sistemas alimentarios, el cambio de la comprensión pública de lo que es la alimentación saludable, factor clave en el aumento mundial de la obesidad y las Enfermedades Crónicas no Transmisibles - ECNT (diabetes, enfermedades cardiovasculares, cáncer, entre otras). Considera sofisticados métodos de la ciencia y tecnología de los alimentos, sistemas alimentarios globalizados, poco regulados que se basan en productos listos para consumir y la penetración en los mercados de sistemas alimentarios establecidos por las transnacionales fabricantes de productos comestibles industrializados	Alimentación y Nutrición	Página web
Documentos sugeridos por expertos	Informe sobre clasificación de alimentos: El concepto "ultraprocesados"	2020	Carretero C, Clotet R, Colomer Y, Fernando GG De, Frías J, Guamis B, et al.	La población mundial crece con la tendencia a concentrarse en las zonas urbanas. Disponer de alimentos para todos y de una correcta información sobre nutrientes y dieta, está incluido en el alcance global de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del milenio (ODS) de Naciones Unidas. El papel de la ciencia y la tecnología son claves. Recientemente se ha puesto de moda en determinados círculos relacionados con la nutrición el término "Ultra procesado" del inglés "Ultra-processed". Este término está generando mucha confusión en determinados grupos de consumidores y en el sector de producción de alimentos, ya que su interpretación genera controversia. El presente documento analiza el porqué de esta confusión. Desde una perspectiva jurídica podría ser sancionable la utilización de la expresión o concepto "ultraprocesado" por parte de las autoridades políticas o administrativas. En este contexto, tanto la Comisión Europea como los gobiernos nacionales podrían tomar medidas a fin de evitar el empleo de esta expresión, cuya proliferación confunde al consumidor, influyendo en sus decisiones de compra y su seguridad jurídica. Tampoco puede excluirse que aquellas empresas cuyos productos se denigren con este calificativo entre los eventuales compradores, puedan recurrir ante los órganos judiciales para resarcirse de los daños y perjuicios causados.	Alimentación y Nutrición	Reporte
Scholar	Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades	2015	Martinez E.	En una carta al editor el autor define los compuestos bioactivos de los alimentos que se define como componentes de los alimentos que influyen a las actividades celulares y fisiológicas obteniendo un efecto beneficioso para la salud. No son nutrientes por lo tanto no son esenciales para la vida. Se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos y casi todos provienen de fuentes alimentarias vegetales, su composición química es diversa y sus mecanismos de acción también son diferentes. El consumo regular de los alimentos ricos en compuestos bioactivos permite la prevención de las enfermedades y potencia la salud, el estudio de estos compuestos ha permitido el desarrollo de las ciencias de los alimentos funcionales.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	Alimentos funcionales (EUFIC). Constituyentes bioactivos no nutricionales de alimentos de origen vegetal y su aplicación en alimentos funcionales.	2005	Espin JC, Balberan FT.	Los alimentos funcionales, definidos como aquellos que, además de satisfacer las necesidades nutricionales básicas, proporcionan beneficios para la salud o reducen el riesgo de sufrir enfermedades, están irrumpiendo con fuerza en los mercados internacionales, dado el interés de los consumidores por la relación entre la alimentación y la salud. En este documento se plantean todos los campos de estudio desarrollados en el proyecto PASSCLAIM y cada uno de los aportes realizados y cada campo. Se habla de probióticos y los alimentos lácteos, fibra dietética, los lípidos como compuestos bioactivos.	Alimentación y Nutrición	Sección de un libro

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Google Books	Composición y Calidad nutritiva de los Alimentos. In: Tratado de nutrición Tomo II.	2011	Gil Hernandez Á, Ruiz Lopez MD.	Aporta conocimientos que abarcan desde la bioquímica y la biología molecular, la fisiología y la bromatología, hasta la nutrición en el estado de salud y la nutrición clínica. El objetivo fundamental es servir de obra de consulta para los profesionales relacionados con la Nutrición y de estudio para los estudiantes de los nuevos grados en el ámbito de las ciencias de la salud (Nutrición y Dietética Humana, Medicina, Farmacia, Biología, Bioquímica y Biología Molecular, y Enfermería) y de los másteres asociados. Todo ello constituye un atractivo de enorme valor para todos los profesionales de la salud interesados en la nutrición. En este tomo se considera la composición y el valor nutritivo de los principales sistemas alimentarios, así como de los aditivos, los nuevos ingredientes y los complementos alimentarios y los alimentos funcionales. Asimismo, varios capítulos relacionados con la toxicología y la seguridad alimentaria y con el etiquetado y las alegaciones nutricionales.	Alimentación y Nutrición	Sección de un libro
Scholar	Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular	2004	Valenzuela B. A, Ronco M. AM.	Los fitoesteroles y sus formas reducidas, los fitoestanoles, son esteroides de origen vegetal ampliamente distribuidos en la naturaleza y cuya estructura es muy similar a la del colesterol. Desde hace años se conoce que estos esteroides producen efectos hipocolesterolemicos, por lo cual se les considera como importantes aliados en la prevención de las enfermedades cardiovasculares, siendo su consumo indicado para individuos con hipercolesterolemias leves o moderadas. El efecto hipocolesterolemico de los fitoesteroles y de los fitoestanoles es atribuido a tres acciones metabólicas: inhiben la absorción intestinal de colesterol por competencia en la incorporación del colesterol a las micelas mixtas; disminuyen la esterificación del colesterol en los enterocitos al inhibir la actividad de la enzima acilCoA-colesterol-acil transferasa, y estimulan el flujo de colesterol desde los enterocitos hacia el lumen intestinal al aumentar la actividad y la expresión de un transportador de tipo ABC. La acción conjunta de los esteroides y/o estanoles sobre estos mecanismos produce una disminución del colesterol total y del colesterol LDL en plasma, sin modificar el colesterol HDL. Constituyen entonces un modelo adecuado para el desarrollo de los alimentos funcionales.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scholar	Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides.	2004	Melendez-Martinez AJ, Vicario IM, Heredia F.	Los pigmentos carotenoides son compuestos responsables de la coloración de gran número de alimentos vegetales y animales, como zanahorias, zumo de naranja, tomates, salmón y yema de huevo. Desde hace muchos años se sabe que algunos de estos compuestos como alfa y beta caroteno, así como la beta-criptoxantina, son provitaminas A. No obstante estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano, como la aterosclerosis o incluso el cáncer. Todo esto ha hecho que desde un punto de vista nutricional y funcional, el interés de estos pigmentos se haya incrementado notoriamente.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Péptidos bioactivos: pequeños gigantes en salud.	2016	Vizcardo LD, Zavala Gonzales JC.	Los péptidos bioactivos son secuencias de aproximadamente 2 a 20 aminoácidos que se encuentran "inactivos" dentro de la proteína nativa de la que proceden, y que tras hidrólisis enzimática o fermentación por bacterias, se liberan y convierten en péptidos con actividad biológica (péptidos bioactivos). Los principales alimentos a partir de los cuales se obtienen dichos péptidos son los alimentos lácteos, aunque también, y gracias al avance de la tecnología, se pueden obtener de alimentos marinos, carne de cerdo o vaca, vegetales como la soya, maíz o trigo, o subproductos de ellos. Los beneficios para la salud humana hasta ahora conocidos incluyen sus efectos antihipertensivos, antidiabéticos, antimicrobianos, antioxidantes, antiinflamatorios, inmunomoduladores, hipocolesterolemiantes, anticancerígenos, contra la obesidad o en la reabsorción mineral. Actualmente contamos con los llamados "alimentos funcionales", los cuales se componen de péptidos bioactivos, y que juegan un rol importante en el manejo de las enfermedades crónicas o no transmisibles	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scopus	Production and processing of antioxidant bioactive peptides: A driving force for the functional food market.	2020	Tadesse SA, Emire SA.	Recientemente, la demanda de alimentos funcionales en el mercado mundial ha aumentado rápidamente debido a la creciente incidencia de enfermedades no transmisibles y al avance tecnológico. Se han sugerido péptidos antioxidantes como ingredientes utilizados para producir alimentos que promueven la salud. Estos péptidos se cifran a partir de diversas fuentes de proteínas derivadas de los alimentos mediante hidrólisis química y enzimática y fermentación microbiana. Sin embargo, la producción a escala industrial de péptidos antioxidantes se ve obstaculizada por diferentes problemas, como el alto costo de producción y el bajo rendimiento y bioactividad. En consecuencia, recientemente han surgido nuevas tecnologías de procesamiento, como alta presión, microondas y campo eléctrico pulsado, para superar los problemas asociados con los métodos de hidrólisis convencionales. Esta revisión en particular, por lo tanto, discutió las tecnologías de procesamiento actuales utilizadas para producir péptidos antioxidantes. La revisión también surgió otras perspectivas que deberían abordarse en el futuro.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scholar	Péptidos bioactivos derivados de las proteínas de la leche.	2005	Torres M de J.	Las proteínas lácteas son conocidas por tener propiedades nutricionales, funcionales y biológicas que hacen de ellas ingredientes importantes en alimentos funcionales promotores de la salud. Estas propiedades son parcialmente atribuidas a los péptidos bioactivos codificados en las diferentes proteínas de la leche. Los péptidos bioactivos, son inactivos dentro de la secuencia de la proteína intacta y pueden ser liberados por acción de enzimas proteolíticas nativas de la leche, enzimas de bacterias ácido lácticas o de fuentes exógenas, durante la digestión gastrointestinal o durante el proceso del alimento. Los péptidos derivados de las proteínas caseicas y séricas han demostrado poseer varias propiedades bioactivas como lo son: opioide, antihipertensiva, antimicrobiana, inmunomoduladora, transporte de minerales y antitrombótica. Esta revisión presenta una perspectiva de la importancia de las proteínas lácteas en la producción de péptidos bioactivos y sus actividades biológicas, así como de las principales técnicas utilizadas para el aislamiento e identificación de estos péptidos.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	Multifuncionalidad y biodisponibilidad de péptidos bioactivos de origen alimentario.	2020	Hernández B.	Los péptidos bioactivos derivados de los alimentos se han convertido en ingredientes prometedores para el desarrollo de los alimentos funcionales y/o nutraceuticos, debido a su reconocida inocuidad, bajo costo y multiples efectos benéficos. Este documento realiza una breve síntesis de los péptidos bioactivos y su importancia en la salud por algunas de sus funciones en el sistema como su actividad antioxidante, anti-inflamatoria, anti-hipertensiva, anti-diabética, hipocolesterolemica, opioide, inmunomodulante, quimiopreventiva y antimicrobiana.	Alimentación y Nutrición	Reporte
Scholar	Alimentación y salud: Ciencia e innovación para el impulso del sector alimentario.	2013	Juarez M, Reglero G.	La industria de la alimentación y bebidas es el primer sector en España, siendo considerado por ello como el principal motor de la economía del país. Europa y España en particular, comienzan a emerger de la crisis económica. La implantación real de un nuevo modelo económico es extremadamente necesaria y urgente para salir definitivamente de la crisis y que las tasas de ocupación laboral crezcan al ritmo más rápido posible, el nuevo modelo económico hay que basarlo en la competitividad industrial. La alimentación para la salud es un argumento de éxito para la innovación alimentaria del presente y del futuro, pero la innovación y desarrollo que conduzca a ellos no puede plantearse ya bajo los parámetros convencionales, sino que las tecnologías "ómicas" deben formar parte de las metodologías, con el fin de que puedan identificarse los mecanismos moleculares que eplican las actividades biológicas conseguidas. Además, no cabe ya duda de que el componente genético tiene que ser considerado, ya que cada vez hay más evidencias de que es determinante de la respuesta a la alimentación por parte de los individuos, que se benefician en distinta medida de sus efectos saludables.	Alimentación y Nutrición	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Scholar	Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana.	2015	Fuentes-Berrio L, Acevedo-Correa D, Gelvez-Ordóñez M.	Se realizó una revisión analítica de los alimentos funcionales, los tipos y la aplicación de estos, la utilización para la salud, el impacto socioeconómico, la inversión y la participación de los países en desarrollo. La evaluación de los hábitos ha sido muy variable a través del tiempo, cada día las exigencias de los consumidores se dirigen más a la búsqueda de nuevos productos con propiedades funcionales que puedan proporcionar un valor nutritivo y otros componentes con actividad fisiológica. El acelerado crecimiento en materia de inversión, producción, y consumo ha despertado el interés económico y empresarial de comunicar a los consumidores los beneficios que estos aportan, de manera que estén bien informados para poder escoger mejor los alimentos que consumen. Como respuesta al creciente interés sobre este tipo de alimentos, han aparecido nuevos productos con componentes activos y propiedades funcionales que aporta un beneficio fisiológico adicional más allá de satisfacer las necesidades nutricionales básicas. Cada día aparecen nuevas ofertas de mercado, habiéndose convertido en una importante fuente de negocio para las empresas del sector alimentario	Alimentación y Nutrición	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	Alimentos funcionales: Conceptos, Definiciones y Marco Legal	2007	Olagnero G, Genevois C, Irei V, Marcenado J, Bendersky S.	El área de los alimentos funcionales posee un crecimiento mundial vertiginoso, tanto en el campo científico como en el desarrollo de productos. La nutrición resulta un nexo entre el sector científico e industrial y el consumidor, por ser referente en materia de alimentos para la comunidad. El grupo de estudio sobre Alimentos Funcionales centró su objetivo en analizar la información relevante sobre el tema, a nivel nacional e internacional, generar un documento con conceptos básicos que permitan el análisis de los alimentos disponibles en nuestro mercado y en consecuencia, utilizar a los alimentos funcionales como aliados para realizar indicaciones o informar en manera adecuada y racional a los pacientes y/o la comunidad. El presente es un documento introductorio donde, en forma breve y clara, se tratará de volcar aquellos conceptos y definiciones vigentes, de mayor consenso mundial, y la situación legal nacional e internacional sobre un campo de investigación y desarrollo que evoluciona día a día.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scholar	Alimentos funcionales y nutraceuticos.	2007	Luengo Fernández E.	Desde la progresiva introducción de las técnicas de síntesis química en las sustancias que usamos para el tratamiento de enfermedades, parecía que el uso de productos de procedencia natural iba a ser algo que pasara a la historia definitivamente. Pacientes de más edad y algunos jóvenes, pero convencidos de que lo natural es más sano que lo artificial, han seguido utilizando productos no sintéticos, más por sus propiedades supuestas o tradicionales que realmente por la evidencia de su beneficio. En el fondo del concepto de "nutracéutico" yace la idea de que el alimento que lo contiene es "bueno para la salud", aunque el responsable directo de ese efecto no sea el mismo alimento sino una sustancia determinada. La industria alimentaria irrumpe en este escenario introduciendo esas sustancias beneficiosas, los nutraceuticos, procedentes del universo natural en los alimentos que fabrica, tan frecuentemente llenos de conservantes, colorantes y otros aditivos que los hacen sospechosos a los ojos del consumidor. Los nutraceuticos de valor probado, y los de propiedades supuestas, confieren a los alimentos de estas empresas un valor añadido que redimen en buena parte su anterior mala prensa. Son los alimentos funcionales que están presentes tanto en nuestros supermercados como en los centros de valoración y control del riesgo de enfermedades, en nuestro caso concreto, cardiovasculares.	Alimentación y Nutrición	Sección de un libro
Scholar	Microbiota intestinal, sistema inmune y obesidad.	2010	Ruiz Álvarez V, Puig Peña Y, Rodríguez Acosta M.	En el desarrollo y funcionamiento del sistema inmune influyen factores esenciales como el adecuado balance nutricional y la exposición, desde el nacimiento, a diversos microorganismos. La microbiota intestinal, aunque beneficiosa, debe ser mantenida dentro de ciertos márgenes. Se propone que modificaciones en la microbiota intestinal conducentes a un estado crónico de endotoxemia, podría ser un factor clave asociado a incrementos en la adiposidad. En obesos se eleva la razón <i>Firmicutes/Bacteroidetes</i> , razón que puede ser modificada con determinados cambios en estilos de vida. Sistema inmune y metabolismo han evolucionado en estrecha interrelación, con amplios vínculos tanto morfológicos como funcionales. Resalta el hecho de que la mayor parte de las células del sistema inmune se encuentra en, o alrededor del intestino y que sea justamente la acumulación de energía en forma de grasa visceral la asociada con mayor frecuencia a diabetes mellitus, aterosclerosis, accidentes cerebrovasculares, enfermedad cardiovascular e incluso, algunos tipos de cáncer. La malnutrición intraútero podría condicionar la disfunción del sistema inmune, posteriormente potenciada por insuficiente lactancia materna, dieta obesogénica e inactividad física. Todos estos factores favorecerían una más agresiva microbiota intestinal que llevaría al estado de inflamación crónica, característico de la obesidad.	Fisiología	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	The Era of The Microbiome. Why the gut is a growing focus for wellness [Internet]. 2020.	2020	Ganeden.	Documento realizado por el laboratorio Kerry para realizar una actualización de que son los probióticos y la importancia del microbioma en la salud física, su papel en la inmunidad y en otras funciones como la salud mental, la salud cardíaca y la salud oral. También destaca la importancia del sistema nervioso autónomo y como su desempeño en el intestino es el responsable del 70% de la inmunidad corporal.	Fisiología	Reporte
Scholar	The Integrative Human Microbiome Project the integrative HMP (iHMP) research Network consortium.	2019	Proctor LM, Creasy HH, Fettweis JM, Lloyd-Price J, Mahurkar A, Zhou W, et al.	El Proyecto el Microbioma Humano (HMP) de NIH se ha llevado a cabo durante diez años y dos fases para proporcionar recursos, métodos y descubrimientos que vinculen las interacciones entre los humanos y sus microbiomas con resultados relacionados con la salud. La segunda fase el proyecto integrativo del microbioma humano (iHMP), comprendió estudios de cambios dinámicos en el microbioma y el huésped bajo tres condiciones: embarazo y parto prematuro; enfermedades inflamatorias del intestino; y factores estresantes que afectan a las personas con prediabetes. La investigación asociada comienza a dilucidar los mecanismos de las interacciones huésped-microbioma en estas condiciones, proporciona recursos de datos únicos y representa un paradigma para futuros estudios multiómicos del microbioma humano.	Fisiología	Artículo
Scholar	Probiotics, prebiotics, and synbiotics.	2008	De Vrese M, Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics, and synbiotics.	Los probióticos se definen como microorganismos viables, de los cuales llegan al intestino en un estado activo ejerciendo un efecto positivo en la salud. Muchos microorganismos se utilizan o han sido investigados en alimentos probióticos, particularmente en productos lácteos fermentados. Algunos beneficios que se le atribuyen a estos son la modulación transitoria de la microflora intestinal y la capacidad de interactuar con el sistema inmunitario directamente, reducción de la duración y quejas de diarrea inducida por rotavirus, reducción de la concentración de enzimas que promueven el cáncer, prevención y alivio de molestias inespecíficas e irregulares del TGI, normalización del paso de las heces y consistencia de estas. Un prebiótico es un ingrediente fermentado selectivamente que permite cambios específicos, en la composición y/o actividad en la microflora gastrointestinal que confiere beneficios sobre el bienestar y la salud del huésped. Las combinaciones sinérgicas de pro y prebióticos se denominan simbióticos.	Alimentación y Nutrición	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Scholar	Prebiotics as functional food ingredients preventing diet-related diseases.	2016	Florowska A, Krygier K, Florowski T, Dłuzewska E.	Este artículo revisa el potencial de los alimentos que contienen prebióticos en la prevención o postergación de ciertas enfermedades relacionadas con la dieta, como las enfermedades cardiovasculares con hipercolesterolemia, osteoporosis, diabetes, infecciones gastrointestinales e inflamación intestinal. También se presentan los datos sobre los prebióticos como ingredientes alimentarios y su impacto en la calidad del producto alimentario. Los prebióticos son carbohidratos de cadena corta que son resistentes al proceso de digestión en la parte superior del sistema digestivo, no se absorben en ningún segmento del sistema gastrointestinal y finalmente son fermentados selectivamente por géneros específicos de bacterias colónicas. Los mecanismos de los impactos beneficiosos de los prebióticos en la salud humana son muy difíciles de especificar directamente, porque sus funciones promotoras de la salud están relacionadas con la fermentación por parte de la microflora intestinal. El impacto de los prebióticos en las enfermedades relacionadas con la dieta también depende en muchos aspectos de los productos de su fermentación. Tienen un impacto en la calidad de los productos alimenticios, debido a sus propiedades texturales y gelificantes.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scholar	Osteopathic manipulative treatment and nutrition: An alternative approach to the irritable bowel syndrome.	2013	Collebrusco L, Lombardini R.	Se presenta un plan de tratamiento simple para el terapeuta manual basado en la literatura actual basada en la evidencia, diseñado para disminuir el dolor crónico y la inflamación en el síndrome del intestino irritable. Una disfunción crónica continua o intermitente del tracto gastrointestinal, SII aparece debido a la desregulación de la comunicación cerebro-intestino-microbio. Se describe una descripción general de su manejo mediante el tratamiento manipulativo osteopático (OMT). En IBS OMT se enfoca en los sistemas nervioso y circulatorio, la columna vertebral, las vísceras, los diafragmas pélvicos y torácicos para restablecer el equilibrio homeostático, normalizar la actividad autonómica en el intestino, promover el flujo linfático y tratar la disfunción somática. La congestión linfática y venosa se trata con las Técnicas de Bomba Linfática y la estimulación de los puntos reflejos de Chapman. El alimento en sí, las alergias e intolerancias alimentarias podrían contribuir a la aparición de los síntomas o incluso causar el SII. Además, la "microbiota" tiene un gran impacto en la comunicación bidireccional del eje cerebro-intestino. Este documento también proporciona modificaciones dietéticas apropiadas para pacientes con SII.	Medicina Osteopática	Artículo
PubMed	What about OMT and nutrition for managing the irritable bowel syndrome? An overview and treatment plan.	2014	Collebrusco L, Lombardini R.	Una disfunción crónica continua o intermitente del tracto gastrointestinal, el síndrome del intestino irritable (SII), parece deberse a una desregulación de la comunicación cerebro-intestino-microbiota. Además, la "microbiota" tiene un gran impacto en la comunicación bidireccional del eje cerebro-intestino. Este artículo describe el SII en relación con enfermedades similares, presenta los antecedentes de la osteopatía y propone un tratamiento de manipulación osteopática (OMT) para controlar el SII. En IBS, OMT se enfoca en los sistemas nervioso y circulatorio, la columna vertebral, las vísceras y los diafragmas torácico y pélvico para restaurar el equilibrio homeostático, normalizar la actividad autonómica en el intestino, promover el flujo linfático y abordar la disfunción somática. La congestión linfática y venosa se tratan mediante técnicas de bombeo linfático y estimulación de los puntos reflejos de Chapman. Se presenta un plan de tratamiento simple diseñado para disminuir el dolor crónico y la inflamación en el SII basado en la literatura actual basada en la evidencia. Dado que los alimentos en sí mismos, las alergias alimentarias y la intolerancia podrían contribuir a la aparición de síntomas o incluso causar SII, este artículo también proporciona modificaciones dietéticas a considerar para los pacientes.	Medicina Osteopática	Artículo
Scholar	Alimentos funcionales y nutrición óptima.	2003	Silveira Rodriguez MB, Monereo Megías S, Molina Baena B.	El concepto de alimento funcional, sobre el que todavía falta acuerdo científico, surge del campo de la Nutrición Óptima, encaminada a modificar aspectos genéticos y fisiológicos de la vida humana y a la prevención y tratamiento de un número creciente de enfermedades, mucho más allá de la mera cubriendo los requerimientos nutricionales. Desde la perspectiva de la Unión Europea, los alimentos funcionales pueden ser tanto naturales como procesados industrialmente. Los principales alimentos funcionales sobre los que existe evidencia científica más sólida son los probióticos, ingredientes alimentarios microbianos vivos representados principalmente por productos lácteos fermentados. Los prebióticos, como los fructanos tipo inulina, son el sustrato trófico de los probióticos y potenciales selectores de la microflora intestinal. La combinación de prebióticos y probióticos se denomina simbiótico. Se conocen innumerables sustancias con efectos funcionales: fibra soluble e insoluble, fitoesteroles, fitoestrógenos, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, derivados de fenoles, vitaminas y otros fitoquímicos. Los alimentos funcionales ejercen su acción sobre diferentes sistemas, especialmente el gastrointestinal, cardiovascular e inmunológico, actuando también como potenciadores del desarrollo y diferenciación y modulando positivamente el metabolismo de nutrientes, la expresión génica, el estrés oxidativo y la esfera psíquica. El establecimiento de Declaraciones de Salud debe estar firmemente basado en el conocimiento científico y la regulación legal. Se deben encontrar biomarcadores eficientes relacionados con la respuesta biológica. Además, es fundamental analizar las posibles interacciones con la dieta o los medicamentos, así como es indispensable realizar estudios válidos en humanos. El objetivo principal debe ser la dieta en su conjunto. Surge así el reto de futuro de una dieta funcional.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	La fibra dietética.	2006	Escudero Alvarez E, Gonzalez Sanchez P.	La fibra dietética forma parte de lo que se considera una dieta saludable. Todavía no existe una definición única que comprenda los diferentes componentes de la fibra dietética y sus funciones. Los principales factores de la fibra son los hidratos de carbono complejos y la lignina, aunque es posible que en el futuro se incluyan nuevos productos dentro del concepto de fibra. Las fibras dietéticas alcanzan el intestino grueso y son atacadas por la microflora colónica, produciendo ácidos grasos de cadena corta, hidrógeno, dióxido de carbono y metano como productos de fermentación. Los ácidos grasos de cadena corta representan una forma de recuperar energía y también están implicados en otras funciones beneficiosas para el organismo humano.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Documentos sugeridos por expertos	Tabla de Composición de Alimentos Colombianos (TCAC).	2018	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.	La tabla de composición de alimentos colombianos (TCAC) se constituye en una herramienta valiosa para la seguridad alimentaria y nutricional de los colombianos, puesto que la información aquí recopilada es imprescindible para determinar aspectos clave para el país tales como el consumo de calorías y nutrientes de la población. Además, se configura como fuente fundamental de información para la planeación de alimentación, el desarrollo de investigaciones de salud pública desde lo clínico y la academia. La información contemplada en la tabla permite la construcción del rotulado nutricional, para facilitar la aplicación de la regulación sobre alimentos, unida a una necesidad cada vez más creciente de un consumo informado así como para el comercio internacional del alimentos. Es por lo tanto un documento técnico indispensable para el quehacer de los profesionales que trabajan en el campo de la alimentación y nutrición.	Alimentación y Nutrición	Reporte
Documentos sugeridos por expertos	Guías Alimentarias basadas en alimentos para la población mayor de 2 años	2020	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.	El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), como entidad que trabaja por la primera infancia, la niñez, la adolescencia, la juventud y las familias colombianas, con el apoyo de la Organización para la Alimentación y la Agricultura - FAO y el Comité Técnico Nacional de Guías Alimentarias (CTINGA), conformado por las entidades gubernamentales y no gubernamentales, la academia, gremios y asociaciones profesionales y científicas del país, se permite presentar la actualización del Documento Técnico de las Guías Alimentarias Basadas en Alimentos para la población colombiana mayor de 2 años. Su actualización se basa en la más reciente y sólida evidencia científica disponible, identifica las prioridades en salud y nutrición pública a nivel nacional y territorial, desde los determinantes sociales de la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN). Reconoce los patrones de producción y consumo de alimentos, nutrientes críticos, conceptos de alimentación sostenible y saludable y condición del carácter pluriétnico y multicultural del país.	Alimentación y Nutrición	Reporte

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Documentos sugeridos por expertos	Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y procesado.	2000	Mazza G.	Este documento realiza un análisis de los compuestos bioactivos de los alimentos desde el punto de vista químico y funcional, teniendo en cuenta las características de cada uno de los alimentos descritos en cada capítulo y sus beneficios en la salud. Además se enfoca en las características físicas de cada alimento estudiado y da su enfoque en el manejo de este según la industria de los alimentos, esto con el fin de no perder sus compuestos bioactivos durante el procesamiento del alimento y explotar sus beneficios al máximo.	Alimentación y Nutrición	Sección de un libro
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Ultra-processed food: Addictive, toxic, and ready for regulation.	2020	Lustig RH.	Las crisis de salud pública pasadas (p. ej., tabaco, alcohol, opioides, cólera, virus de inmunodeficiencia humana (VIH), plomo, contaminación, enfermedades venéreas, incluso el coronavirus (COVID-19)) se han enfrentado con intervenciones dirigidas tanto al individuo como a toda la sociedad. Si bien la comunidad de atención médica es muy consciente de que la pandemia mundial de enfermedades no transmisibles (ENT) tiene su origen en nuestra dieta occidental de alimentos ultraprocesados, la sociedad ha tardado en iniciar cualquier intervención que no sea la educación pública, que ha sido ineficaz, en parte, debido a la interferencia de la industria alimentaria. Este artículo proporciona la justificación de tales intervenciones de salud pública, al recopilar la evidencia de que el azúcar agregada y, por delegación, la categoría de alimentos ultraprocesados, cumple con los cuatro criterios establecidos por la comunidad de salud pública como necesarios y suficientes para la regulación: abuso, toxicidad, ubicuidad y externalidades (¿Cómo me afecta su consumo?) Para su crédito, algunos países han prestado atención recientemente a esta ciencia y han instituido han adaptado las políticas de impuestos al azúcar para ayudar a mejorar las ENT dentro de sus fronteras. Este artículo también proporciona respuestas científicas a los puntos de discusión de la industria alimentaria y ejemplos de estrategias de intervención, con el fin de guiar tanto a los científicos como a los encargados de formular políticas para que instituyan medidas de salud pública más apropiadas para sofocar esta pandemia.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Bibliografía identificada por la revisión de bibliografía revisada y recomendada	Effects of Intermittent Fasting on Health, Aging, and Disease.	2019	de Cabo R, Mattson MP.	Los autores propusieron que los beneficios para la salud de la restricción calórica resultan de una reducción pasiva en la producción de radicales libres de oxígeno dañinos. En ese momento, generalmente no se reconocía que debido a que los roedores con restricción calórica generalmente consumen toda su asignación diaria de alimentos unas pocas horas después de su provisión, tienen un período de ayuno diario de hasta 20 horas, durante el cual ocurre la cetogénesis. Desde entonces, se han realizado cientos de estudios en animales y decenas de estudios clínicos de regímenes de ayuno intermitente controlado en los que el cambio metabólico de glucosa derivada del hígado a cetonas derivadas de células adiposas ocurre diariamente o varios días a la semana. Aunque la magnitud del efecto del ayuno intermitente en la extensión de la vida es variable (influida por el sexo, la dieta y los factores genéticos), los estudios en ratones y primates no humanos muestran efectos consistentes de la restricción calórica en la salud.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scopus	The key role of nutrition in controlling human population dynamics	2004	Duncan, C.J; Scott, S.	Los primeros homínidos y sus sucesores, los cazadores-recolectores nómadas, se adaptaron evolutivamente a una dieta omnívora. Su alimentación estaba bien balanceada desde el punto de vista nutricional y adquirieron suministros adecuados con un gasto de energía relativamente pequeño. El cambio completo a un estilo de vida agrícola controlado tuvo lugar hace solo unos 12000 años y fue el evento más trascendental en la historia humana. Estar atados a la tierra que trabajaban condujo eventualmente a las ciudades estado y las grandes civilizaciones de la historia, que trajeron consigo guerras y epidemias de enfermedades infecciosas. Mucho más graves fueron los efectos insidiosos de la nueva dieta basada en cereales que persistió hasta el siglo XX. No sólo requería mucha mano de obra, sino que para la mayor parte de la población a menudo era deficiente en vitaminas, minerales y energía, especialmente en ciertas épocas del año. El análisis de series de tiempo revela una oscilación regular de longitud de onda corta en el suministro de cereales que persistió durante los últimos 350 años y dominó la dinámica demográfica de la Inglaterra preindustrial. Además de reducir la fertilidad, actuó principalmente a través de sus efectos sobre la nutrición de la mujer embarazada. La desnutrición durante uno de los trimestres críticos del embarazo podría tener efectos de gran alcance no solo en la salud del feto y el recién nacido, sino también en las enfermedades de la vida adulta.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scopus	Green revolution: the way forward	2001	Khush, G.	En este documento se revisa el impacto de la revolución verde. El origen de la agricultura condujo a la domesticación de muchas especies vegetales ya la explotación de los recursos naturales. Se necesitaron casi 10.000 años para que la producción de cereales alimentarios alcanzara los 1.000 millones de toneladas en 1960, y solo 40 años para llegar a los 2.000 millones de toneladas en 2000. Este aumento sin precedentes, que se ha denominado la "revolución verde", fue el resultado de la creación de variedades de cultivos mejoradas genéticamente, combinadas con la aplicación de prácticas agronómicas mejoradas.	Historia	Artículo
Scopus	Dietetics in ancient Greek philosophy: Plato's concepts of healthy diet	2001	Skiasdas, P. Lascaratos J.G.	Platón, uno de los filósofos más importantes de la antigüedad griega, dejó una valiosa herencia espiritual, recopilada en sus célebres diálogos. Sus enseñanzas se extienden a casi todos los campos del conocimiento humano. Entre otros conceptos filosóficos, las obras de Platón están imbuidas del principio fundamental de la moderación. Este espíritu es característicamente evidente en sus referencias a la dieta humana. Según el filósofo, una dieta moderada y por tanto saludable, consiste en cereales, legumbres, frutas, leche, miel y pescado. Sin embargo, la carne, los dulces y el vino deben consumirse solo en cantidades moderadas. Los excesos en la alimentación provocan dolencias y por tanto deben evitarse. Platón considera a los médicos responsables de la regulación de la dieta humana, ya que la medicina es una ciencia y no un mero arte como en el caso de la cocina. El patrón dietético presentado en los diálogos platónicos comparte muchos componentes comunes con la dieta mediterránea de gran reputación. En conjunto, los escritos de Platón representan una valiosa fuente para el estudio de las costumbres alimenticias durante el período clásico de la antigua Grecia.	Historia	Artículo
Scopus	Inulin and oligofructose: Review of experimental data on immune modulation	2007	Seifert, S. Watzl, B.	La dieta modula las funciones inmunitarias de diferentes maneras y afecta la resistencia del huésped a las infecciones. Además de los nutrientes esenciales de los alimentos, los componentes alimentarios no esenciales, como los carbohidratos no digeribles, también afectan al sistema inmunitario. Los primeros resultados de los estudios de intervención humana sugieren que la ingesta de inulina (IN) y oligofructosa (OF) tiene efectos beneficiosos sobre el tejido linfoide asociado al intestino. Sin embargo, a nivel del sistema inmunitario sistémico, solo se han observado efectos menores en sujetos humanos adultos sanos. Por el contrario, los datos de estudios con bebés sugieren que la suplementación con una mezcla de prebióticos afecta positivamente el desarrollo inmunitario posnatal y aumenta la IgA secretora fecal. Los estudios en animales confirman las observaciones de los ensayos en humanos y brindan más información sobre los efectos específicos del tejido inmunitario de IN/OF. Un resultado claro de los estudios en animales es que el sistema inmunitario intestinal y especialmente las células inmunitarias asociadas con las placas de Peyer responden a un suplemento dietético de IN/OF y/o sus metabolitos. Los mecanismos de IN/OF incluyen efectos indirectos como un cambio en la composición de la flora intestinal y la producción mejorada de SCFA inmunorreguladores y quizás otros metabolitos bacterianos. Pocos datos sugieren efectos directos de IN/OF a través de los receptores de carbohidratos en las células epiteliales intestinales y las células inmunitarias. En conclusión, los prebióticos IN/OF modulan claramente los procesos inmunológicos a nivel del tejido linfoide asociado al intestino, lo que puede asociarse con importantes beneficios para la salud en lactantes y pacientes con enfermedades inflamatorias intestinales.	Alimentación y Nutrición	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Scopus	The gastrointestinal immune system: Implications for the surgical patient	2016	Pierre, J. Busch, R. Kudsk, KA.	Los autores buscan en este documento revisar las implicaciones del sistema inmune gastrointestinal en la clínica. Se obtienen beneficios inmunológicos cuando los nutrientes se administran a través del intestino que no ocurren cuando los nutrientes se administran por vía parenteral. Clínicamente, estas diferencias se notan cuando se estudian 2 vías en poblaciones de pacientes apropiadas que están en riesgo de complicaciones relacionadas con la nutrición. La diferencia crítica parece ser la falta de estimulación enteral y la inanición intestinal sobre el sistema inmunitario GI durante la NP. Los cambios inmunológicos son evidentes a través de las múltiples capas de defensas de la mucosa empleadas para proteger al huésped de los microorganismos intestinales y las toxinas ambientales. Los cambios en estas capas van desde la atrofia de la mucosa y el aumento de la permeabilidad epitelial hasta la pérdida de secreciones físicas y químicas que protegen la superficie epitelial y modulan la comunidad del microbioma intestinal. La ruptura de estas capas intestinales de defensa hace que el huésped sea susceptible a complicaciones infecciosas e inflamatorias posteriores.	Fisiología	Artículo
Scopus	Gut microbial metabolites and biochemical pathways involved in irritable bowel syndrome: Effects of diet and nutrition on the microbiome	2019	James, S. Fraser, K. Young, W. et al.	Los alimentos que consumimos y sus interacciones con el huésped y su microbiota intestinal afectan la salud y la función intestinal normal. Los trastornos intestinales funcionales (FGD), incluido el síndrome del intestino irritable (SII), pueden resultar de los efectos negativos de estas interacciones, lo que lleva a una calidad de vida reducida. Ciertos alimentos exacerban o reducen la gravedad y la prevalencia de los síntomas de FGD. El SII se puede utilizar como un modelo de perturbación de la función intestinal normal con el que estudiar el impacto de los alimentos y las dietas en la gravedad y los síntomas de las FGD y comprender cómo los procesos críticos y los mecanismos bioquímicos contribuyen a este impacto. El análisis de las complejas interacciones entre los alimentos, el huésped y los metabolitos microbianos brinda información sobre las vías y los procesos que ocurren en el intestino y que contribuyen a las FGD. Esta revisión es una discusión crítica de la literatura sobre las vías metabólicas y las intervenciones dietéticas relevantes para las FGD. Muchos metabolitos, por ejemplo, ácidos biliares, SCFA, vitaminas, aminoácidos y neurotransmisores, pueden verse alterados por la ingesta dietética y podrían ser valiosos para identificar perturbaciones en las vías metabólicas que distinguen un intestino "normal y saludable" de uno "disfuncional y no saludable". tripa. Las intervenciones dietéticas para reducir los síntomas de las DGF son cada vez más frecuentes, pero los estudios que investigan los mecanismos subyacentes relacionados con las interacciones del huésped, el microbioma y los metabolitos son menos comunes. Por lo tanto, nuestro objetivo es evaluar la literatura reciente para ayudar con una mayor progresión de la investigación en este campo.	Fisiología	Artículo
Scopus	An integrative review of dietetic and naturopathic approaches to functional bowel disorders	2018	Grace, S. Barnes, L. Reilly, W. et al.	Objetivos La naturopatía y la dietética han evolucionado como dos profesiones separadas pero paralelas que usan la dieta para promover una salud óptima y controlar muchas enfermedades y dolencias. Dado el creciente reconocimiento de la influencia de la dieta en los resultados de salud, existe una demanda creciente de los servicios de ambas profesiones. El objetivo de esta investigación fue investigar las similitudes y diferencias entre los enfoques naturopáticos y dietéticos para los trastornos intestinales funcionales (FBD). Diseño Para esta revisión integradora, se realizaron búsquedas en las bases de datos AMED, CINAHL, Cochrane Database of Systematic Reviews, EMBASE, Medline y PubMed en busca de artículos que se centraran en el diagnóstico dietético o naturopático y el tratamiento de la intolerancia alimentaria que se expresa como una ETA en adultos. (Registro: PROSPERO 2016 CRD42016049469). Resultados De los 55 artículos de la revisión final, 10 discutieron enfoques de medicina complementaria para las ETA. Tanto los dietistas como los naturopatas utilizaron enfoques holísticos similares para el diagnóstico y el tratamiento, dietas ajustadas como enfoque de tratamiento primario y tratamiento individualizado para sus pacientes. Las profesiones diferían en el uso de suplementos de vitaminas, minerales y hierbas y en su disposición a recomendar otros tratamientos como la osteopatía y la acupuntura. Conclusiones Hay mucha superposición entre los enfoques dietéticos y naturopáticos para la evaluación y el tratamiento de las ETA. Se necesitan más publicaciones que describan los tratamientos naturopáticos para las ETA para confirmar estos resultados y brindar oportunidades para un mayor reconocimiento y escrutinio de cualquier enfoque naturopático distintivo. Sin hacerlo, es probable que las prácticas naturopáticas permanezcan marginadas y mal entendidas.	Fisiología	Artículo
Scopus	Recognition of food antigens by the mucosal and systemic immune system: Consequences for intestinal development and homeostasis	2021	Rodriguez-Silke, Y. Visekruna, A. Gluben, R. et al.	El impacto de la nutrición en las respuestas inmunitarias sistémicas e intestinales sigue siendo discutido de manera controvertida y, sin embargo, no se comprende por completo. La mayoría de los estudios que investigaron los efectos de los antígenos dietéticos se centraron en comprender cómo los antígenos alimentarios inocuos inducen la falta de respuesta local y sistémica. Además, se ha demostrado que tanto los antígenos microbianos como los dietéticos son esenciales para el normal desarrollo del sistema inmunitario de las mucosas. Con base en hallazgos experimentales de animales y pacientes con EII, proponemos un modelo de cómo el sistema inmunitario intestinal realiza el acto de equilibrio entre el reconocimiento y la tolerancia de los antígenos dietéticos al mismo tiempo: en el intestino sano, la captación repetitiva de antígenos dietéticos por las placas de Peyer conduce a aumentando la activación de las células T CD4+ hasta que los linfocitos hiperactivados sufren apoptosis. A diferencia de los controles sanos, este mecanismo se alteró en los pacientes con enfermedad de Crohn. Esta observación podría ayudar a comprender mejor los efectos beneficiosos de la terapia de intervención dietética.	Fisiología	Artículo
Scopus	Lymphatic pump treatment repeatedly enhances the lymphatic and immune systems	2013	Schander, A. Padro, D. King, H. et al.	Los médicos osteópatas utilizan terapias manuales llamadas técnicas de bomba linfática (LPT) para tratar el edema y las enfermedades infecciosas. Si bien estudios previos examinaron el efecto de un solo tratamiento con LPT en el sistema linfático, no se ha investigado el efecto de aplicaciones repetidas de LPT en la producción linfática y la inmunidad. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue medir los efectos de la LPT repetida sobre el flujo linfático, el número de leucocitos linfáticos y las concentraciones de mediadores inflamatorios en la linfa del conducto torácico (TDL). Métodos y resultados: Se canularon los conductos torácicos de cinco perros mestizos y se recolectaron muestras de linfa durante el pre-LPT, 4 min de LPT y 2 horas después del LPT. Se aplicó una segunda LPT (LPT-2) después de un período de descanso de 2 horas. Se midió el flujo de TDL y se analizó la concentración de leucocitos y mediadores inflamatorios en los TDL. Ambos tratamientos con LPT aumentaron significativamente el flujo de TDL, el recuento de leucocitos, el flujo total de leucocitos y el flujo de interleucina-8 (IL-8), quimioatrayente derivado de queratinocitos (KC), nitrilo y superóxido dismutasa (SOD). La concentración de IL-6 aumentó en la linfa con el tiempo en todos los grupos experimentales; por lo tanto, no dependía de LPT. Conclusión: Clínicamente, se puede inferir que LPT a una velocidad de 1 bomba por segundo durante un total de 4 minutos se puede aplicar cada 2 h, lo que proporciona una justificación científica para el uso de LPT para mejorar repetidamente el sistema linfático e inmunológico.	Medicina Osteopática	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Scopus	A nutritional approach for managing irritable bowel syndrome	2017	Bhesania, N. Cresci, G.	El síndrome del intestino irritable (SII) es el trastorno gastrointestinal funcional más común que encuentran el pediatra y el consultor. El enfoque principal de esta revisión es proporcionar una actualización sobre las intervenciones nutricionales beneficiosas para el manejo de esta población de pacientes con discusión sobre los efectos del microbioma intestinal. Hallazgos recientes Una queja común entre la población pediátrica es el dolor abdominal recurrente relacionado con el SII. Se estima que la prevalencia del SII oscila entre el 6 % y el 14 % y se define según los criterios de Roma III para los trastornos gastrointestinales funcionales. Estudios recientes destacan el papel de las intervenciones nutricionales en la mitigación de los síntomas del SII. Si bien la eliminación de los alimentos que agravan los síntomas gastrointestinales del SII se ha convertido en un enfoque nutricional principal para el tratamiento agudo del SII, la literatura reciente refleja cómo esto puede afectar el microbioma intestinal y potencialmente tener implicaciones a largo plazo. Resumen Hay estudios emergentes que sugieren una mejoría sintomática del SII con diferentes intervenciones dietéticas en la población pediátrica, pero la mayor parte de lo que se sabe en este momento se ha extrapolado de la literatura para adultos.	Alimentación y Nutrición	Artículo
Scopus	A unifying neuro-fasciogenic model of somatic dysfunction - Underlying mechanisms and treatment - Part I	2015	Tozzi, Paolo	Este artículo ofrece una revisión extensa de los principales mecanismos mediados por la fascia que subyacen a varios procesos terapéuticos de relevancia clínica para la terapia manual. Se revisa el concepto de disfunción somática a la luz de las diversas influencias fasciales que pueden entrar en juego durante y después del tratamiento manual. Se propone así un cambio de perspectiva: de un modelo nociceptivo que durante décadas ha visto la disfunción somática como un fenómeno mediado neurológicamente, a un modelo neurofascial unificador que integra las influencias neurales en una interpretación multifactorial y multidimensional de los efectos terapéuticos manuales como parcialmente, si no del todo, mediada por la fascia. Al tener en cuenta un amplio espectro de factores relacionados con la fascia, desde mecanismos basados en células hasta influencias cognitivas y conductuales, surge un modelo que sugiere, entre otros resultados, un enfoque multidisciplinario para la intervención de la disfunción somática. Finalmente, se propone que se agregue un sexto 'metamodelo' osteopático, el modelo fascial del tejido conjuntivo, a los cinco modelos existentes en la filosofía osteopática como interfaz principal entre todos los sistemas del cuerpo, proporcionando así un marco estructural y funcional para el potencial homeostático del cuerpo y sus habilidades inherentes para sanar.	Medicina Osteopática	Artículo
Scopus	A unifying neuro-fasciogenic model of somatic dysfunction - Underlying mechanisms and treatment - Part II	2015	Tozzi, Paolo	Este artículo ofrece una revisión extensa de los principales mecanismos mediados por la fascia que subyacen a varios procesos disfuncionales y fisiopatológicos de relevancia clínica para la terapia manual. Se revisa el concepto de disfunción somática a la luz de las diversas influencias fasciales que pueden entrar en juego en su génesis y mantenimiento. Por lo tanto, se propone un cambio de perspectiva: de un modelo nociceptivo que durante décadas ha visto la disfunción somática como un fenómeno mediado neurológicamente, a un modelo fascial unificador que integra las influencias neurales en una interpretación multifactorial y multidimensional del proceso disfuncional como parcialmente, si no en su totalidad, mediada por la fascia.	Medicina Osteopática	Artículo
Scopus	Role of cell adhesion molecules in leukocyte recruitment in the liver and gut	2003	Aia, A. Dhillon, A. Hodgson, H.	Este artículo revisa la evidencia de que las moléculas de adhesión son críticas en la recirculación de leucocitos y la patogenia de enfermedades que afectan los tejidos estrechamente relacionados del hígado y el intestino, que ofrecen nuevas oportunidades para el tratamiento.	Fisiología	Artículo
Scopus	Microbiota and Food Allergy	2019	Shu, S. Yuen, A. Woo, E et al.	Las interacciones microbiota-huésped juegan un papel clave en la regulación del sistema inmunológico. El desarrollo de una microbiota intestinal y un sistema inmunitario sanos se produce en las primeras etapas de la vida y depende en gran medida de la exposición a los microbios maternos a través del parto vaginal/natural y la leche materna, mientras que el uso de antibióticos puede alterar la homeostasis intestinal y aumentar significativamente el riesgo de enfermedades alérgicas. Por lo tanto, los cambios en la cantidad o diversidad de los microbios intestinales afectan la tolerancia oral a través de interacciones de moléculas microbianas con receptores de reconocimiento de patrones en las células inmunitarias y confieren susceptibilidad a las alergias alimentarias. Por otro lado, se ha demostrado que los ácidos grasos de cadena corta, que son productos finales de la fermentación de fibras insolubles por parte de los microorganismos intestinales, confieren efectos protectores sobre la alergia alimentaria. Como tratamiento preventivo y terapéutico para las alergias alimentarias, los probióticos han ganado una gran atención en los últimos años. La reintroducción de ciertos microbios comensales, como Clostridia, tanto en modelos animales como en ensayos clínicos, condujo a la prevención o resolución de los síntomas alérgicos. Esta revisión destaca el progreso reciente en nuestra comprensión del papel de la microbiota intestinal en la alergia alimentaria. Sin embargo, los detalles mecánicos subyacentes a los efectos antialérgicos de los probióticos y la interacción entre la microbiota intestinal y el sistema inmunitario siguen siendo circunstanciales y no se comprenden por completo. Los estudios futuros deben abordar los posibles factores y los mecanismos subyacentes de las interacciones microbiota-huésped y la inmunidad intestinal, así como la eficacia, la seguridad y el uso apropiado de los probióticos para establecer un régimen de tratamiento estándar para las alergias alimentarias.	Fisiología	Artículo
Scopus	Prebiotics, Bone and Mineral Metabolism	2018	Whisner, C. Castillo, L.	El creciente interés en los alimentos funcionales ha impulsado el descubrimiento en el área de los compuestos bioactivos. Los prebióticos son compuestos de carbohidratos no digeribles que, cuando se consumen, obtienen beneficios para la salud y ayudan en la prevención y el tratamiento de enfermedades crónicas. Si bien se ha demostrado que los prebióticos mejoran una serie de afecciones inflamatorias crónicas, existe una creciente evidencia de los efectos de los prebióticos en el metabolismo del calcio y la salud ósea. Se ha demostrado que estas nuevas fibras dietéticas aumentan la absorción de calcio en la parte inferior del intestino tanto en modelos preclínicos como humanos. Los modelos de roedores también han sido imprescindibles para comprender los efectos prebióticos sobre la densidad mineral ósea y las medidas de la fuerza esquelética. Aunque hay menos datos disponibles para humanos, los efectos prebióticos relacionados con los huesos existen a lo largo del ciclo de vida, lo que sugiere beneficios para alcanzar la masa ósea máxima durante la adolescencia y minimizar la resorción ósea entre las mujeres posmenopáusicas. Se cree que estos efectos ocurren a través de interacciones entre prebióticos y microbios en el intestino grueso. Los mecanismos prebióticos actuales para mejorar la absorción de minerales y la salud esquelética incluyen alteraciones en la composición de la microbiota intestinal, producción de ácidos grasos de cadena corta, alteración del pH intestinal, modificación de biomarcadores y regulación del sistema inmunitario. Si bien la mayoría de los datos disponibles respaldan una mejor biodisponibilidad mineral, la evidencia emergente sugiere roles microbianos alternativos y la presencia de un intrincado eje de señalización intestino-hueso. En general, la literatura científica actual respalda el consumo de prebióticos como un enfoque rentable y sostenible para mejorar la salud esquelética y/o la prevención de fracturas. El objetivo de esta revisión es analizar las investigaciones fundamentales y recientes en el área de los prebióticos, el metabolismo mineral y la salud ósea.	Alimentación y Nutrición	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
Lilacs	El papel de la microbiota intestinal en el desarrollo de la obesidad y de la diabetes de tipo-2	2013	Gotteland, M.	La microbiota intestinal (MI) es un consorcio complejo que incluye un gran número de bacterias, hongos, levaduras, virus y fagos. La diafonía armónica entre la MI, la barrera del epitelio y el sistema inmunitario local determinan la homeostasis intestinal en el sujeto sano. El IM juega un papel clave en la regulación de la obtención de energía, el gasto de energía, el almacenamiento de grasa y la ingesta de alimentos en el huésped. Cada vez hay más evidencia que sugiere que la composición bacteriana, los genes funcionales y las actividades metabólicas de la MI están alteradas en los sujetos con obesidad o diabetes tipo 2 (T2D). Parece que la grasa de la dieta también es un factor importante que afecta la composición de la IM, así como la función de barrera intestinal y los niveles plasmáticos de LPS. Esta endotoxemia metabólica contribuiría al desarrollo de inflamación sistémica de bajo grado, resistencia a la insulina y DT2. El desarrollo de herramientas dietéticas (prebióticos, probióticos) y terapéuticas (antibióticos, trasplante de microbiota) para restablecer la homeostasis de la MI constituyen nuevas e interesantes estrategias para la prevención o el manejo de la obesidad y la DT2.	Fisiología	Artículo
PubMed	Probiotics and gastrointestinal health	2000	Gorbach, S.	La evidencia de los beneficios positivos para la salud de los lactobacilos se aplica solo a unas pocas cepas utilizadas para aplicaciones comerciales. En general, se acepta que un probiótico debe ser capaz de colonizar el tracto intestinal para influir en la salud humana; este requisito descalifica muchas de las cepas que se utilizan actualmente en los productos lácteos fermentados. Lactobacillus GG, una variante de L. casei sps rhamnosus, se ha estudiado ampliamente en adultos y niños. Cuando se consume como producto lácteo o como polvo liofilizado, LGG coloniza el tracto gastrointestinal durante 1 a 3 días en la mayoría de las personas y hasta 7 días en aproximadamente el 30 % de las personas. La diarrea del viajero, la diarrea asociada a antibióticos y la colitis recurrente por Clostridium difficile mejoran con LGG. En la diarrea infantil, se reduce la severidad y duración del ataque. La leche fermentada LGG disminuye los defectos de permeabilidad intestinal causados por la exposición a la leche de vaca o la infección por rotavirus. LGG ha demostrado efectos beneficiosos sobre la inmunidad intestinal. Aumenta el número de IgA y otras células secretoras de inmunoglobulinas en la mucosa intestinal. LGG estimula la liberación local de interferón. Facilita el transporte de antígenos a las células linfoides subyacentes, lo que sirve para aumentar la captación de antígenos en las placas de Peyer. LGG también actúa como inmunoadyuvante para vacunas orales. En un modelo animal de cáncer de colon, LGG redujo la incidencia de tumores inducidos químicamente en el intestino grueso de roedores. Extensas pruebas de seguridad no han mostrado potencial patógeno en humanos o animales. Los cultivos probióticos de Lactobacilli tienen el potencial de brindar beneficios sustanciales para la salud del consumidor. Los supuestos beneficios de cualquier probiótico deben pasar los más altos estándares de escrutinio científico antes de que se puedan aceptar las afirmaciones.	Alimentación y Nutrición	Artículo
PubMed	Is there evidence that the gut contributes to mucosal immunity in humans?	2007	Kang, W. Kudsk, K.	Nuestra comprensión del sistema inmunitario mucoso común se deriva de estudios en animales. Los linfocitos sensibilizados con antígeno en el tejido linfóide asociado al intestino (GALT) migran a través de la sangre a los tejidos de la mucosa para generar el tejido linfóide asociado a la mucosa (MALT). En estos sitios, las células B se diferencian en células plasmáticas y producen IgA secretora específica de antígeno, la principal defensa inmunológica antiviral y antibacteriana específica de las superficies mucosas húmedas. Las respuestas a la ingesta oral parecen necesarias para mantener activamente este sistema en salud. Experimentalmente, la falta de estimulación enteral con alimentación parenteral altera el tamaño y la función de GALT y MALT. Estas alteraciones perturban la inmunidad de la mucosa intestinal y extraintestinal. Métodos: Esta revisión es una descripción general de los estudios actuales y clásicos que demuestran el sistema inmunitario de la mucosa humana y las interacciones con la nutrición. Resultados: Existe evidencia humana del sistema inmunológico de la mucosa, aunque la mayoría de los datos son indirectos. La estimulación intestinal después de la ingesta oral induce una respuesta inmunitaria generalizada en el MALT humano a través de una red inmunitaria de la mucosa. Los ejemplos incluyen el desarrollo neonatal de GALT influenciado por la alimentación enteral, la presencia de IgA específica de antígeno y células plasmáticas secretoras de IgA específica de antígeno en sitios efectores de la mucosa distantes, como la mama después de la exposición al antígeno luminal intestinal, y el aislamiento de células productoras de IgA de sangre circulante. Conclusiones: Es poco probable que los estudios clínicos alguna vez definan por completo el efecto de la vía de alimentación en todas las poblaciones de pacientes. Sin embargo, esto puede ser posible si los investigadores comprenden, definen y caracterizan los mecanismos inmunológicos dependientes de la nutrición, lo que permite a los médicos examinar las respuestas clínicas a la nutrición en poblaciones específicas de pacientes. Esto podría permitir la generación de nuevos enfoques para proteger la inmunidad de las mucosas.	Fisiología	Artículo
PubMed	Gastrointestinal Physiology and Function	2017	Greenwood-Van Meerveld, B. Johnson, A. Grundy, D.	El sistema gastrointestinal (GI) es responsable de la digestión y absorción de los alimentos y líquidos ingeridos. Debido a la complejidad del tracto GI y al volumen sustancial de material que podría cubrirse bajo el alcance de la fisiología GI, este capítulo revisa brevemente la función general del tracto GI y analiza los principales factores que afectan la fisiología y función GI, incluido el microbiota intestinal, estrés crónico, inflamación y envejecimiento con un enfoque en la regulación neural del tracto GI y un énfasis en las interacciones básicas del intestino cerebral que sirven para modular el tracto GI. Las enfermedades GI se refieren a enfermedades del esófago, estómago, intestino delgado, colon y recto. Los principales síntomas de los trastornos gastrointestinales comunes incluyen dolor abdominal recurrente y distensión abdominal, acidez estomacal, indigestión/dispepsia, náuseas y vómitos, diarrea y estreñimiento. Los trastornos gastrointestinales se encuentran entre los trastornos más prevalentes, y los más comunes incluyen trastornos esofágicos y de deglución, úlcera gástrica y péptica, gastroparesia o retraso en el vaciado gástrico, síndrome del intestino irritable (SII) y enfermedad inflamatoria intestinal (EII). Muchos trastornos gastrointestinales son difíciles de diagnosticar y sus síntomas no se controlan de manera eficaz. Por lo tanto, se requiere investigación básica para impulsar el desarrollo de nuevas terapias que se necesitan con urgencia. Un enfoque es mejorar nuestra comprensión de la fisiología y la fisiopatología intestinal, especialmente en lo que se refiere a las comunicaciones intestino-cerebro, ya que tienen relevancia clínica para una serie de molestias GI y representan un objetivo terapéutico para el tratamiento de afecciones que incluyen enfermedades inflamatorias del tracto GI como como EII y trastornos intestinales funcionales como el SII.	Fisiología	Artículo
PubMed	Oral manifestations of magnesium and vitamin D inadequacy	2020	Uwitonze, A. Rahman, S. Ojeh, N. et al.	Una nutrición adecuada es fundamental para mantener una buena salud bucodental. Los minerales como el magnesio, el calcio y el fósforo que se encuentran en la dieta constituyen los principales componentes estructurales del diente. Su insuficiencia conduce al deterioro de la absorción, aumento de la tendencia al sangrado, reabsorción ósea, aflojamiento y pérdida prematura de dientes. La insuficiencia de esos minerales esenciales se asocia con la erupción dentaria tardía y con hipoplasia del esmalte o la dentina. Tomar calcio sin magnesio da como resultado un esmalte dental blando, que no puede resistir los ácidos que causan las caries. Además de magnesio, calcio y fósforo, se necesita una cantidad adecuada de vitamina D para mantener una salud oral óptima. La vitamina D ejerce efectos antiinflamatorios y ayuda en la absorción de calcio y la remodelación ósea. Además, un estado adecuado de vitamina D podría reducir la formación de caries dental al retrasar su aparición y progresión. Se resume en este documento las manifestaciones orales de la insuficiencia de vitamina D y magnesio.	Fisiología	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
PubMed	Complex Relationships Between Food, Diet, and the Microbiome	2016	Pace, L. Crowe, S.	La dieta es un factor de riesgo en varios estados patológicos importantes desde el punto de vista médico, como la obesidad, la enfermedad celíaca y los trastornos gastrointestinales funcionales. La modificación de la dieta puede prevenir, tratar o aliviar algunos de los síntomas asociados con estas enfermedades y mejorar la salud general. Es importante proporcionar a los pacientes recomendaciones dietéticas simples para aumentar la probabilidad de una implementación exitosa. Estas recomendaciones incluyen aumentar la ingesta de vegetales, frutas y fibra, consumir fuentes de proteínas magras para aumentar la saciedad, evitar o limitar severamente los alimentos altamente procesados y reducir el tamaño de las porciones para pacientes con sobrepeso y obesos.	Alimentación y Nutrición	Artículo
PubMed	Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health	2017	Markowiak, P. Sliżewska, K.	El tracto gastrointestinal humano está colonizado por un complejo ecosistema de microorganismos. Las bacterias intestinales no solo son comensales, sino que también experimentan una coevolución simbiótica junto con su huésped. Las bacterias intestinales beneficiosas tienen numerosas e importantes funciones, por ejemplo, producen varios nutrientes para su huésped, previenen infecciones causadas por patógenos intestinales y modulan una respuesta inmunológica normal. Por lo tanto, la modificación de la microbiota intestinal para lograr, restaurar y mantener un equilibrio favorable en el ecosistema y la actividad de los microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal es favorable para la microbiota intestinal. Se pueden consumir en forma de verduras y frutas crudas, encurtidos fermentados o productos lácteos. Otra fuente pueden ser las fórmulas farmacéuticas y los alimentos funcionales. Este documento proporciona una revisión de la información disponible y resume el conocimiento actual sobre los efectos de los probióticos, prebióticos y simbióticos en la salud humana. Se discute el mecanismo de acción benéfica de esas sustancias y se presentan los resultados de estudios verificados que prueban su eficacia en la nutrición humana.	Alimentación y Nutrición	Artículo
PubMed	Fascia: A missing link in our understanding of the pathology of fibromyalgia	2010	Liptan, G.	Existe evidencia significativa de sensibilización central en la fibromialgia, sin embargo, la causa de este proceso en la fibromialgia y como se relaciona con otras anomalías conocidas en la fibromialgia sigue sin estar clara. La sensibilización central ocurre cuando la entrada nociceptiva persistente conduce a una mayor excitabilidad en las neuronas del asta dorsal de la médula espinal. En este estado de hiperexcitación, las neuronas de la médula espinal producen una mayor capacidad de respuesta a la estimulación nociva, e incluso a la estimulación que antes era inocua. No se ha encontrado evidencia definitiva de patología muscular en la fibromialgia. Sin embargo, existe alguna evidencia de disfunción del tejido conectivo intramuscular, o fascia, en la fibromialgia. Este artículo propone que la inflamación de la fascia es la fuente de entrada nociceptiva periférica que conduce a la sensibilización central en la fibromialgia. Se propone que la disfunción fascial se debe a la producción inadecuada de hormona de crecimiento y la disfunción del eje HPA en la fibromialgia. La fascia está ricamente innervada y se ha demostrado que la principal célula de la fascia, el fibroblasto, secreta citocinas proinflamatorias, en particular IL-6, en respuesta a la tensión. Recientes estudios de biopsia que utilizan técnicas de tinción inmunohistoquímica han encontrado niveles elevados de colágeno y mediadores inflamatorios en el tejido conectivo que rodea las células musculares en pacientes con fibromialgia. La inflamación de la fascia es similar a la descrita en afecciones como la fascitis plantar y la epicondilitis lateral, y puede describirse mejor como una respuesta de cicatrización disfuncional. Esto puede explicar por qué los AINE y los esteroides orales no se han encontrado efectivos en la fibromialgia. La inflamación y la disfunción de la fascia pueden provocar una sensibilización central en la fibromialgia. Si se confirma esta hipótesis, podría expandir significativamente las opciones de tratamiento para incluir terapias manuales dirigidas a la fascia, como Roling y liberación miofascial, y dirigir más investigaciones sobre la patología periférica en la fibromialgia a la fascia.	Fisiología	Artículo
PubMed	Structure, lymphatic vascularization and lymphocyte migration in mucosa-associated lymphoid tissue	2003	Azzali, G.	En esta revisión, se consideran los aspectos morfológicos y la disposición topográfica del tejido linfoide asociado al intestino (GALT) (nódulos linfáticos solitarios y agregados o placas de Peyer) y del apéndice vermiforme en el niño humano y en algunos mamíferos. Se considera la disposición espacial de los vasos pertenecientes al aparato linfático periférico absorbente (ALPA) y de los vasos sanguíneos dentro de cada folículo linfoide, así como las características ultraestructurales del endotelio linfático con alta capacidad de absorción. También se presta especial atención a los mecanismos morfológicos y biomoleculares que inducen la migración transendotelial de los linfocitos al torrente sanguíneo a través de los vasos linfáticos, así como su paso de la sangre al tejido linfoide a través de las vénulas de endotelio alto (VHE). El paso transendotelial preferencial de linfocitos y neutrófilos polimorfonucleares dentro de los vasos ALPA del área interfolicular no se produce tras la apertura de contactos intercelulares, sino que se produce por medio de "canales intraendoteliales". En los HEV, por el contrario, es plausible la hipótesis de que la migración transendotelial de linfocitos hacia el tejido linfoide ocurre a través de una invaginación endotelial en forma de canal, completamente independiente de los contactos interendoteliales. La linfa de los vasos ALPA de la única placa de Peyer se transporta a los vasos linfáticos precolectores ya los colectores de los ganglios prelinfáticos, totalmente independientes de los vasos ALPA de los segmentos intestinales desprovistos de tejido linfoide. La distribución cuantitativa de los linfocitos T en la linfa de los vasos ALPA de la mucosa sugiere una función predominante de captación de líquidos, mientras que una función de reservorio y suministro está implicada para los vasos del área interfolicular. Los vasos linfáticos precolectores y los colectores ganglionares prelinfáticos se consideran vasos con baja capacidad de absorción, cuya función principal es la conducción y el flujo de la linfa.	Fisiología	Artículo
PubMed	The role of gut-associated lymphoid tissues and mucosal defence	2005	Forchielli, M. Walker, W.	La función protectora real del intestino requiere la estimulación microbiana de la colonización bacteriana inicial. La leche materna contiene oligosacáridos prebióticos, como los fructanos de tipo inulina, que no se digieren en el intestino delgado sino que ingresan al colon como carbohidratos grandes intactos que luego son fermentados por las bacterias residentes para producir SCFA. La naturaleza de esta fermentación y el consiguiente pH del contenido intestinal dictan la proliferación de bacterias residentes específicas. Los probióticos, estimulados por la fermentación prebiótica, son importantes para el desarrollo y mantenimiento de las defensas intestinales. Además, la colonización adecuada con probióticos ayuda a producir una respuesta equilibrada de células T colaboradoras (Th1 = Th2 = Th3/Tr1) y previene un desequilibrio (Th1 > Th2 o Th2 > Th1) que contribuye en parte a la enfermedad clínica (el desequilibrio Th2 contribuye a la y el desequilibrio de Th1 contribuye a la enfermedad de Crohn y a la gastritis inducida por Helicobacter pylori). Además, una serie de receptores de reconocimiento de patrones, receptores tipo toll en células epiteliales y linfoides intestinales que interactúan con patrones moleculares bacterianos (p. ej., endotoxina (lipopolisacárido), flagelina, etc.), ayudan a modular la inmunidad innata intestinal y una respuesta inmunitaria adaptativa adecuada. Los estudios clínicos y en animales han demostrado que los fructanos de tipo inulina estimularán un aumento en los probióticos (bacterias comensales) y se ha demostrado que estas bacterias modulan el desarrollo y la persistencia de respuestas inmunitarias mucosas apropiadas. Sin embargo, se necesitan estudios adicionales para demostrar que los prebióticos pueden estimular directa o indirectamente las defensas intestinales del huésped. Si esto se puede demostrar, entonces los prebióticos se pueden usar como un suplemento dietético para estimular un sistema inmunológico de las mucosas equilibrado y adecuadamente efectivo en recién nacidos y bebés.	Fisiología	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
PubMed	Evolution of the human diet: linking our ancestral diet to modern functional foods as a means of chronic disease prevention	2009	Jew, S. Abumewis, S. Jones, P.	La evolución de la dieta humana en los últimos 10.000 años desde una dieta paleolítica hasta nuestro patrón moderno actual de ingesta ha resultado en cambios profundos en el comportamiento alimentario. Se han producido cambios de dietas ricas en frutas, verduras, carnes magras y mariscos a alimentos procesados ricos en sodio y grasas hidrogenadas y bajos en fibra. Estos cambios en la dieta han afectado negativamente a los parámetros dietéticos que se sabe que están relacionados con la salud, lo que ha dado lugar a un aumento de la obesidad y las enfermedades crónicas, incluidas las enfermedades cardiovasculares (ECV), la diabetes y el cáncer. Algunos ensayos de intervención que utilizan patrones dietéticos paleolíticos han mostrado resultados prometedores con cambios favorables en los factores de riesgo de ECV y diabetes. Sin embargo, tales beneficios pueden verse contrarrestados por las desventajas de la dieta paleolítica, que es baja en vitamina D y calcio y alta en pescado que potencialmente contiene toxinas ambientales. Más ventajoso sería la promoción de alimentos e ingredientes alimentarios de nuestra época ancestral que han demostrado poseer beneficios para la salud en forma de alimentos funcionales. Muchos estudios han investigado los beneficios para la salud de varios ingredientes de alimentos funcionales, incluidos los ácidos grasos ω -3, los polifenoles, la fibra y los esteroides vegetales. Estos compuestos bioactivos pueden ayudar a prevenir y reducir la incidencia de enfermedades crónicas, lo que a su vez podría conducir a ahorros en costos de salud que oscilan entre \$ 2 y \$ 3 mil millones por año, según lo estimado por estudios de casos que usan ω -3 y esteroides vegetales como ejemplos. Por lo tanto, los beneficios para la salud pública deberían derivarse de la promoción de los componentes positivos de las dietas paleolíticas como alimentos funcionales.	Alimentación y Nutrición	Artículo
PubMed	Lymphocyte homing to the gut: attraction, adhesion, and commitment	2005	Salmi, M. Jalkanen, S.	Los linfocitos migran continuamente de la sangre al intestino. Los linfocitos vírgenes abandonan la sangre a través de las vénulas endoteliales altas en las placas de Peyer. Durante la cascada de extravasación de varios pasos, ruedan secuencialmente, se adhieren firmemente y transmigran a través de la capa endotelial utilizando múltiples moléculas de adhesión y señales quimiotácticas. En los tejidos linfoides organizados del intestino, los linfocitos pueden activarse si se encuentran con sus antígenos afines transportados a las placas de Peyer a través del epitelio intestinal. Durante la activación y la proliferación, los linfocitos quedan impresos por las células dendríticas locales, de modo que después de regresar a la circulación sistémica a través de la vasculatura linfática eferente, se alojan preferentemente en la lámina propia del intestino para ejecutar sus funciones efectoras. En la inflamación se alteran las rutas de recirculación de los linfocitos, lo que puede explicar la patogenia de ciertas manifestaciones extraintestinales de infecciones intestinales y enfermedades inflamatorias intestinales. El mayor conocimiento sobre los mecanismos que regulan el alojamiento y la impronta de los linfocitos tiene una clara aplicabilidad en el diseño de regímenes de vacunación más efectivos. Una comprensión detallada de la localización de la mucosa ha llevado recientemente al desarrollo de la primera terapia antiadherente exitosa en humanos.	Fisiología	Artículo
PubMed	Diet, exercise and gut mucosal immunity	2010	Valdés-Ramos, R. Martínez-Carrillo, B. Aranda-González, I. et al.	La dieta y el ejercicio son las principales estrategias recomendadas para el control de la epidemia de obesidad. Se está prestando una atención considerable al efecto de ambos en el sistema inmunitario. Sin embargo, se han realizado pocas investigaciones sobre el efecto de la dieta, los nutrientes o el ejercicio en el sistema inmunitario de las mucosas. El tracto gastrointestinal (gut) no solo es responsable de la entrada de nutrientes al organismo, sino también de desencadenar la respuesta inmune primaria a los antígenos ingeridos por vía oral. El tejido linfoides asociado al intestino contiene una gran cantidad de células inmunitarias, diseminadas a lo largo del intestino en las placas de Peyer y la lámina propia. Los nutrientes específicos o sus combinaciones, así como la microflora, son capaces de modular el sistema inmunitario a través de la activación celular, la producción de moléculas señalizadoras o la expresión génica. Hemos observado un aumento en las células T así como una disminución en las células B de las placas de Peyer, inducidas por dietas ricas en grasas o carbohidratos en ratones Balb/c. También se ha demostrado que el ejercicio modula el sistema inmunológico, donde los niveles moderados pueden mejorar su función al aumentar la proliferación de linfocitos de varios sitios, incluido el tejido linfoides asociado al intestino, mientras que el ejercicio agudo exhaustivo puede causar inmunosupresión. Las dietas ricas en grasas combinadas con el ejercicio pueden inducir un aumento de los linfocitos CD3+ debido al aumento de las células CD8+ y una disminución de las células B. Las explicaciones y consecuencias de los efectos de la dieta y el ejercicio sobre la inmunidad de la mucosa intestinal aún se están explorando.	Fisiología	Artículo
PubMed	Dietary and Supplemental Vitamin C and D on Symptom Severity and Physical Function in Knee Osteoarthritis	2017	Hung, M. Bousanga, J. Voss, M. et al.	Las vitaminas C y D se han asociado con la disminución del dolor y el aumento de la función, pero estas asociaciones no son definitivas. Este estudio transversal explora qué relaciones tiene la ingesta suplementaria y dietética de vitaminas C y D sobre la gravedad del dolor y la función física en pacientes con osteoartritis de rodilla. Usando datos de la Iniciativa de Osteoartritis, realizamos análisis de regresión para examinar las relaciones entre las vitaminas C y D, el dolor y la función. La vitamina D dietética y la vitamina C dietética se dividieron en percentiles >90, 50-90 y <50. El grupo de percentil alto para suplementos de vitamina D se dividió en > percentil 85, mientras que el grupo de percentil alto para suplementos de vitamina C se dividió en > percentil 90. Encontramos que los niveles de percentil 90/85 de la dieta y los suplementos de vitamina D se asociaron positivamente con el dolor ($\beta = 0,180$; $p = 0,028$) e inversamente relacionados con la función física ($\beta = -0,150$, $p = 0,028$), respectivamente. La ingesta diaria de vitamina C no mostró significación estadística. Encontramos que la vitamina D suplementaria estaba fuertemente asociada con una discapacidad reducida para los pacientes con artrosis de rodilla. El hallazgo inesperado que asoció la vitamina D en la dieta con un mayor dolor de rodilla merece más estudio.	Alimentación y Nutrición	Artículo
PubMed	Telocytes of Fascial Structures	2016	Dawidwicz, J. Matysiak, N. Szotek, S. et al.	Actualmente, se desconoce el papel exacto de los telocitos dentro de las estructuras fasciales. La morfología, distribución y comportamiento de los telocitos fasciales, así como la relación mutua entre los telocitos y otros constituyentes de la fascia celular, definitivamente deben ser objeto de estudios adicionales. Contribuirá a una mejor comprensión del papel del sistema fascial en la salud y las enfermedades, puede arrojar luz sobre el potencial de regeneración de estos tejidos y puede ayudar a encontrar objetivos para futuros tratamientos para los trastornos del aparato locomotor, incluidas las enfermedades fasciales. Por último, pero no menos importante, la confirmación de la presencia de telocitos dentro de la fascia puede contribuir a optimizar el uso de la fascia como material de injerto.	Fisiología	Artículo
PubMed	Uptake of antigens from the intestine by dendritic cells	2004	McPherson, G. Milling, S. Yrlid, U. et al.	El sistema inmunitario intestinal responde a los antígenos ingeridos de diversas formas, que van desde la tolerancia hasta la inmunidad total. Aún no está claro cómo se instruye a las células T para que produzcan estas respuestas diferenciales. Las células dendríticas (DC) toman muestras de antígenos entéricos en la lámina propia y las placas de Peyer, y los transportan dentro de la placa o a los ganglios mesentéricos donde se presentan a los linfocitos. Es probable que las DC también transmitan información que influya en el resultado de la activación de las células T, pero la naturaleza de esta información y los factores en el intestino que regulan el comportamiento y las propiedades de las DC no están nada claros. Hemos desarrollado un modelo en la rata que permite el análisis de las DC en el proceso de migración desde el intestino a los nódulos mesentéricos. En este artículo revisaremos aquellos aspectos de nuestra investigación que se relacionan con la captación de antígenos y los discutiremos en el curso de otros sistemas experimentales.	Fisiología	Artículo

Fuente de información	Título original	Año	Autores	Reseña	Eje temático	Tipo de documento
PubMed	Expression of the endocannabinoid system in fibroblasts and myofascial tissues	2008	McPartland, J.	<p>El sistema endocannabinoide (eCB), al igual que el sistema de endorfinas más conocido, consta de receptores de membrana celular, ligandos endógenos y enzimas metabolizadoras de ligandos. Se conocen dos receptores de cannabinoides: CB1 se encuentra principalmente en el sistema nervioso, mientras que CB2 se asocia principalmente con el sistema inmunitario. Dos ligandos de eCB, la anandamida (AEA) y el 2-araquidonoilglicerol (2-AG), son imitados por los compuestos de la planta de cannabis. El primer propósito de este artículo fue revisar el sistema eCB en detalle, destacando aspectos de interés para los trabajadores corporales, especialmente la modulación eCB del dolor y la inflamación. La evidencia sugiere que el sistema eCB puede ayudar a resolver los puntos gatillo miofasciales y aliviar los síntomas de la fibromialgia. Sin embargo, no se ha establecido la expresión del sistema eCB en tejidos miofasciales. El segundo objetivo de este artículo fue investigar el sistema eCB en fibroblastos y otras células relacionadas con la fascia. La investigación utilizó un enfoque bioinformático, obteniendo datos de micromatrices a través de la base de datos GEO (www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/). La extracción de datos de GEO reveló que los fibroblastos, miofibroblastos, condrocitos y sinoviocitos expresaban enzimas metabolizadoras de ligandos CB1, CB2 y eCB. Los niveles de CB1 de fibroblastos casi igualaron los niveles expresados por los adipocitos. Los niveles de CB1 aumentaron después de la exposición a citoquinas inflamatorias y estiramiento equiaxial de fibroblastos. El sistema eCB afecta la remodelación de fibroblastos a través de balsas lipídicas asociadas con adherencias focales y amortigua la destrucción del cartilago al disminuir las enzimas metaloproteinasas secretadas por fibroblastos. En conclusión, el sistema eCB ayuda a dar forma al desarrollo embriológico biodinámico, disminuye la nocicepción y el dolor, reduce la inflamación en los tejidos miofasciales y desempeña un papel en la reorganización fascial. Los profesionales manejan varias herramientas que regulan al alza la actividad de eCB, incluida la manipulación miofascial, las modificaciones de la dieta y el estilo de vida y los enfoques farmacéuticos.</p>	Fisiología	Artículo
PubMed	The effects of polyphenols and other bioactives on human health	2019	Fraga, C. Croft, K. Kennedy, D. et al.	<p>Aunque las deficiencias en la ingesta de polifenoles no dan lugar a enfermedades carenciales específicas, la ingesta adecuada de polifenoles podría conferir beneficios para la salud, especialmente con respecto a las enfermedades crónicas. El té, el cacao, las frutas y las bayas, así como las verduras, son ricos en polifenoles. Se ha descubierto que los flavan-3-oles del cacao están asociados con un riesgo reducido de accidente cerebrovascular, infarto de miocardio y diabetes, así como con mejoras en los lípidos, el flujo sanguíneo y la presión arterial dependientes del endotelio, la resistencia a la insulina y la inflamación sistémica. El flavonoide quercetina y el estilbeno resveratrol también se han asociado con la salud cardiometabólica. Aunque los polifenoles se han asociado con un flujo sanguíneo cerebral mejorado, la evidencia de un impacto en la cognición es más limitada. La capacidad de los polifenoles de la dieta para producir efectos clínicos puede deberse, al menos en parte, a una relación bidireccional con la microbiota intestinal. Los polifenoles pueden afectar la composición de la microbiota intestinal (que se asocian de forma independiente con los beneficios para la salud), y las bacterias intestinales metabolizan los polifenoles en compuestos bioactivos que producen beneficios clínicos. Otra interacción crítica es la de los polifenoles con otros fitoquímicos, que podría ser relevante para interpretar los efectos de los parámetros de salud de los polifenoles analizados como extractos purificados, alimentos integrales o extractos de alimentos integrales.</p>	Alimentación y Nutrición	Artículo

Elaboración propia

C. Anexo: Compilado de documentos seleccionados

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Medicina manual osteopática	2002	Martinez ML.	Digital
Tratado de Osteopatía.	2003	Ricard F, Sallé JL	Digital
Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. In: Tratado de nutrición	2008	Gil Hernandez Á, Sanchez de Medina F.	Digital
Síndrome de intestino irritable	2005	Otero W, Gómez M	Digital
La medicina regenerativa: fundamentos y aplicaciones.	2018	Isaza C	Digital
Síndrome de inflamación de las mucosas. Tratamiento antihomotóxico.	2005	Rosales M.	Digital
Conceptos sobre los alimentos funcionales.	2004	Ashwell M.	Digital
Biological effects of direct and indirect manipulation of the fascial system. Narrative review.	2017	Parravicini G, Bergna A.	Digital
Chronic inflammatory disease and osteopathy: A systematic review.	2015	Cicchitti L, Martelli M, Cerritelli F.	Digital
La alimentación y la nutrición a través de la historia.	2005	Salas- Salvadó J, Garcia-Lorda P, Sanchez J.	Digital
Historias de la nutrición en América Latina.	2012	Bourges R H, Bengoa J, O'Donnell A.	Digital
La alimentación en la evolución del hombre.	2008	Arroyo P.	Digital
La alimentación en la Historia.	2018	Andres Chain M, Gutierrez Hernandez AM, Ortega Martinez P, Poveda Arias P.	Digital

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Origen y evolución del ser humano.	2015	Barahona A.	Digital
Tratados hipocráticos. Gredos, editor. Madrid, España; 1983. 353–385 p.	1983	Hipócrates	Físico y digital
La alimentación y la salud en la Grecia antigua.	2007	García Soler MJ.	Digital
Alimentación y poder en el mundo romano.	2007	Villegas Becerril A.	Digital
Aulus Cornelius Celsus (25 a.C. - 50 d.C.) “De Medicina.”	2002	Puigbó JJ.	Digital
Alimentación, nutrición y dietética a través de la historia de la enfermería	1999	Sanchez Gonzalez, N. García, MJ.	Digital
Historia de la Gastronomía	2012	Gutierrez de Alva CI	Digital
La alimentación prehispánica. In: Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia.	2006	Rodríguez Cuenca JV.	Digital
Aspectos de la historia del descubrimiento de algunas vitaminas.	2004	Astoviza M.	Digital
La alimentación en la revolución industrial	2016	Borda Herrera, A.	Digital
Foundations of Osteopathic Medicine. Third Edit.	2011	Chila AG, Carreiro J, Dowling DJ, Gamber RG, Glover J, Habenicht A, et al.	Digital
Teachings in the science of osteopathy.	1990	Sutherland WG.	Digital
The Five Osteopathic Models: rationale, application, integration: From an Evidence-based to a Person-centered Osteopathy.	2018	Hruby RJ, Tozzi P, Lunghi C, Fusco G.	Digital
Philosophy of Osteopathy.	1899	Still AT.	Físico y digital
A.T. Still's osteopathic lesion theory and evidence-based models supporting the emerged concept of somatic dysfunction.	2016	Liem T.	Digital
Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. Vol. 6.	2003	Myers T.	Digital
Segmental Anatomy.	2010	Wancura-Kampik I.	Digital
Cranial Osteopathy. Principles and Practice.	2004	Liem T.	Digital
Osteopatía Visceral.	2013	Martínez ML.	Físico

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Visceral manipulation.	1983	Barral J-P, Mercier P.	Digital
Tratado de fisiología médica.	2011	Hall JE, Guyton AC.	Físico y digital
Fisiología de la nutrición.	2012	Ascencio Peralta C.	Digital
Bioquímica ilustrada Harper. 28th ed.	2010	Murray R, Bender D, Botham K, Kenelly P, Rodwell V, Weil PA.	Físico y digital
Dietoterapia de Krause. 14th ed.	2017	Mahan K, Raymond J.	Digital
Acidos grasos de cadena corta y patologías intestinales.	2017	Manrique Vergara D, González Sánchez ME.	Digital
Resolución 333: Requisitos de rotulado o etiquetado nutricional para alimentos envasados para consumo humano.	2011	Ministerio de la protección social, Colombia	Digital
Resolución número 3803 de 2016 - Recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes (RIEN) para la población Colombiana.	2016	Ministerio de salud Colombia.	Digital
La fibra y sus beneficios a la salud.	2014	Almeida SL, Aguila T, Deisy H.	Digital
Manual de Nutrición y Dietética.	2013	Carbajal Á.	Digital
Lipoproteínas: metabolismo y lipoproteínas aterogénicas.	2013	Carvajal C.	Digital
Defining the fascial system.	2017	Adstrum S, Hedley G, Schleip R, Stecco C, Yucesoy CA.	Digital
Emerging diverse roles of telocytes.	2019	Kondo A, Kaestner KH.	Digital
La fascia desde la medicina osteopática.	2020	Padilla Stambulie EA.	Digital
Biología celular y molecular.	2005	Lodish H, Berk A, Matsudaira P, Kaiser C, Krieger M, Scott M, et al.	Físico y digital
The Extracellular Matrix and Ground Regulation.	2004	Pischinger A.	Digital
The Fascias.	2002	Paoletti, S.	Digital

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Anatomy, Fascia	2020	Bordoni B, Mahabadi N, Varacallo M.	Digital
Inmunología de Rojas. 17° edición.	2015	Rojas W, Anaya JM, Lopera D, Cano LE.	Digital
Mini-revisión: Inflamación crónica y estrés oxidativo en la diabetes mellitus.	2007	Rosado Perez J, Mendoza-Nuñez VM.	Digital
Respuesta inflamatoria sistémica: fisiopatología y mediadores.	2000	García De Lorenzo y Mateos A, López Martínez J, Sánchez Castilla M.	Digital
Harrison. Principios de medicina interna. Vol 1.	2012	Fauci AS, Kasper DL, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jameson JL, et al.	Digital
Sistema inmunitario y aparato gastrointestinal. In: Gastroenterología	2018	Furusho Y, Kazuo J, Carlos BO.	Digital
El intestino: Pieza clave del sistema inmunitario.	2008	Ramiro-Puig E, Pérez-Cano FJ, Castellote C, Franch A, Castell M.	Digital
Gut microbial biofilm composition and organisation holds the key to CRC.	2019	Hold GL, Allen-Vercoe E.	Digital
Clasificación de los alimentos y sus implicaciones en la salud.	-	OPS/OMS Ecuador -	Digital
Informe sobre clasificación de alimentos: El concepto "ultraprocesados"	2020	Carretero C, Clotet R, Colomer Y, Fernando GG De, Frías J, Guamis B, et al.	Digital
Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades	2015	Martinez E.	Digital
Alimentos funcionales (EUFIC). Constituyentes bioactivos no nutricionales de alimentos de origen vegetal y su aplicación en alimentos funcionales.	2005	Espin JC, Balberan FT.	Digital
Composición y Calidad nutritiva de los Alimentos. In: Tratado de nutrición Tomo II.	2011	Gil Hernandez Á, Ruiz Lopez MD.	Digital

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular	2004	Valenzuela B. A, Ronco M. AM.	Digital
Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides.	2004	Melendez-Martinez AJ, Vicario IM, Heredia F.	Digital
Péptidos bioactivos: pequeños gigantes en salud.	2016	Vizcardo LD, Zavala Gonzales JC.	Digital
Production and processing of antioxidant bioactive peptides: A driving force for the functional food market.	2020	Tadesse SA, Emire SA.	Digital
Péptidos bioactivos derivados de las proteínas de la leche.	2005	Torres M de J.	Digital
Multifuncionalidad y biodisponibilidad de péptidos bioactivos de origen alimentario.	2020	Hernández B.	Digital
Alimentación y salud: Ciencia e innovación para el impulso del sector alimentario.	2013	Juarez M, Reglero G.	Digital
Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana.	2015	Fuentes-Berrio L, Acevedo-Correa D, Gelvez-Ordoñez M.	Digital
Alimentos funcionales: Conceptos, Definiciones y Marco Legal	2007	Olagnero G, Genevois C, Irei V, Marcenado J, Bendersky S.	Digital
Alimentos funcionales y nutraceuticos.	2007	Luengo Fernández E.	Digital
Microbiota intestinal, sistema inmune y obesidad.	2010	Ruiz Álvarez V, Puig Peña Y, Rodríguez Acosta M.	Digital
The Era of The Microbiome. Why the gut is a growing focus for wellness [Internet]. 2020.	2020	Ganeden.	Digital
The Integrative Human Microbiome Project the integrative HMP (iHMP) research Network consortium.	2019	Proctor LM, Creasy HH, Fettweis JM, Lloyd-Price J, Mahurkar A, Zhou W, et al.	Digital
Probiotics, prebiotics, and synbiotics.	2008	De Vrese M, Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics, and synbiotics.	Digital

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Prebiotics as functional food ingredients preventing diet-related diseases.	2016	Florowska A, Krygier K, Florowski T, Dłuzewska E.	Digital
Osteopathic manipulative treatment and nutrition: An alternative approach to the irritable bowel syndrome.	2013	Collebrusco L, Lombardini R.	Digital
What about OMT and nutrition for managing the irritable bowel syndrome? An overview and treatment plan.	2014	Collebrusco L, Lombardini R.	Digital
Alimentos funcionales y nutrición óptima.	2003	Silveira Rodriguez MB, Monereo Megías S, Molina Baena B.	Digital
La fibra dietética.	2006	Escudero Alvarez E, Gonzalez Sanchez P.	Digital
Tabla de Composición de Alimentos Colombianos (TCAC).	2018	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.	Digital
Guías Alimentarias basadas en alimentos para la población mayor de 2 años	2020	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar.	Digital
Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y procesado.	2000	Mazza G.	Digital
Ultraprocessed food: Addictive, toxic, and ready for regulation.	2020	Lustig RH.	Digital
Effects of Intermittent Fasting on Health, Aging, and Disease.	2019	de Cabo R, Mattson MP.	Digital
The key role of nutrition in controlling human population dynamics	2004	Duncan, CJ; Scott, S.	Digital
Green revolution: the way forward	2001	Khush, G.	Digital
Dietetics in ancient Greek philosophy: Plato's concepts of healthy diet	2001	Skiadas, P. Lascaratos J.G.	Digital
Inulin and oligofructose: Review of experimental data on immune modulation	2007	Seifert, S. Watzl, B.	Digital

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
The gastrointestinal immune system: Implications for the surgical patient	2016	Pierre, J. Busch, R. Kudsk, KA.	Digital
Gut microbial metabolites and biochemical pathways involved in irritable bowel syndrome: Effects of diet and nutrition on the microbiome	2019	James, S. Fraser, K. Young, W. et al.	Digital
An integrative review of dietetic and naturopathic approaches to functional bowel disorders	2018	Grace, S. Barnes, L. Reilly, W. et al.	Digital
Recognition of food antigens by the mucosal and systemic immune system: Consequences for intestinal development and homeostasis	2021	Rodriguez-Silke, Y. Visekruna, A. Gluben, R. et al.	Digital
Lymphatic pump treatment repeatedly enhances the lymphatic and immune systems	2013	Schander, A. Padro, D. King, H, et al.	Digital
A nutritional approach for managing irritable bowel syndrome	2017	Bhesania, N. Cresci, G.	Digital
A unifying neuro-fasciagenic model of somatic dysfunction - Underlying mechanisms and treatment - Part I	2015	Tozzi, Paolo	Digital
A unifying neuro-fasciagenic model of somatic dysfunction - Underlying mechanisms and treatment - Part II	2015	Tozzi, Paolo	Digital
Role of cell adhesion molecules in leukocyte recruitment in the liver and gut	2003	Ala, A. Dhillon, A. Hodgson, H.	Digital
Microbiota and Food Allergy	2019	Shu, S. Yuen, A. Woo, E et al.	Digital
Prebiotics, Bone and Mineral Metabolism	2018	Whisner, C. Castillo, L.	Digital
El papel de la microbiota intestinal en el desarrollo de la obesidad y de la diabetes de tipo-2	2013	Gotteland, M.	Digital

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Probiotics and gastrointestinal health	2000	Gorbach, S.	Digital
Is there evidence that the gut contributes to mucosal immunity in humans?	2007	Kang, W. Kudsk, K.	Digital
Gastrointestinal Physiology and Function	2017	Greenwood-Van Meerveld, B. Johnson, A. Grundy, D.	Digital
Oral manifestations of magnesium and vitamin D inadequacy	2020	Uwitonze, A. Rahman, S. Ojeh, N. et al.	Digital
Complex Relationships Between Food, Diet, and the Microbiome	2016	Pace, L. Crowe, S.	Digital
Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health	2017	Markowiak, P. Ślizewska, K.	Digital
Fascia: A missing link in our understanding of the pathology of fibromyalgia	2010	Liptan, G.	Digital
Structure, lymphatic vascularization and lymphocyte migration in mucosa-associated lymphoid tissue	2003	Azzali, G.	Digital
The role of gut-associated lymphoid tissues and mucosal defence	2005	Forchielli, M. Walker, W.	Digital
Evolution of the human diet: linking our ancestral diet to modern functional foods as a means of chronic disease prevention	2009	Jew, S. Abumewis, S. Jones, P.	Digital
Lymphocyte homing to the gut: attraction, adhesion, and commitment	2005	Salmi, M. Jalkanen, S.	Digital
Diet, exercise and gut mucosal immunity	2010	Valdés-Ramos, R. Martínez-Carrillo, B. Aranda-González, I. et al.	Digital
Dietary and Supplemental Vitamin C and D on Symptom Severity and Physical Function in Knee Osteoarthritis	2017	Hung, M. Bousanga, J. Voss, M. et al.	Digital

Título del documento	Año	Autores	Formato de presentación
Telocytes of Fascial Structures	2016	Dawidwicz, J. Matysiak, N. Szotek, S. et al.	Digital
Uptake of antigens from the intestine by dendritic cells	2004	McPherson, G. Miling, S. Yrlid, U. et al	Digital
Expression of the endocannabinoid system in fibroblasts and myofascial tissues	2008	McPartland, J.	Digital
The effects of polyphenols and other bioactives on human health	2019	Fraga, C. Croft, K. Kennedy, D. et al.	Digital

Elaboración propia

Bibliografía

1. Urrego Mendoza DZ. Abordaje de la Medicina Alternativa como sistema médico complejo en la Universidad Nacional de Colombia [Internet]. 2010 [cited 2019 Nov 14]. Available from:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112010000200007
2. Luz MT. Natural racional social: razão médica e racionalidade científica moderna. 2004 [cited 2019 Nov 14];209–209. Available from: <http://www.bibcir.fsp.usp.br>
3. Martinez ML. Medicina manual osteopática. Rev la Fac Med. 2002;50(3):162–6.
4. Ricard F, Sallé JL. Tratado de Osteopatía. 3a. Edició. Madrid: Panamericana; 2003. 1–316 p.
5. Gil Hernandez Á, Sanchez de Medina F. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. In: Tratado de nutrición. Editorial Panamericana; 2008.
6. Otero W, Gómez M. Síndrome de intestino irritable [Internet]. 2005 [cited 2019 Jun 14]. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcg/v20n4/v20n4a08.pdf>
7. Isaza C. La medicina regenerativa: fundamentos y aplicaciones. Rev Méd Risaralda 2018; 2018;24:119–24.
8. Rosales M. Síndrome de inflamación de las mucosas. Tratamiento antihomotóxico. 2a. Bogotá; 2005.
9. Ashwell M. Conceptos sobre los alimentos funcionales [Internet]. ILSI Europe concise Monograph series. 2004. Available from:
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Conceptos+sobre+los+alimentos+funcionales#0>
10. Sucharew H, Macaluso M. Methods for Research Evidence Synthesis: The Scoping Review Approach. J Hosp Med. 2019;14(7):416–8.
11. Peters M, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Baldini C. Guidance for

- conducting systematic scoping reviews. *Int J Evidence-Based Helathcare*. 2015;13:141–6.
12. Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2010;135(11):507–11.
 13. Salas- Salvadó J, Garcia-Lorda P, Sanchez J. La alimentación y la nutrición a través de la historia. Salas- Salvadó J, Garcia-Lorda P, Sanchez J, editors. Barcelona: Editorial Glosa; 2005. 17–25 p.
 14. Bourges R H, Bengoa J, O'Donnell A. Historias de la nutrición en América Latina. Vol. 66. Sociedad Latinoamericana de Nutrición; 2012. 37–39 p.
 15. Arroyo P. La alimentación en la evolución del hombre. *Nutr hoy*. 2008;4(4).
 16. Duncan C, Scott S. The key role of nutrition in controlling human population dynamics. *Nutr Res Rev [Internet]*. 2004 Dec [cited 2021 Dec 2];17(2):163–75. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-12744274794&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=industrial+revolution&st2=diet%252CAND+food+AND+nutrition&sid=330fa43cd1770e6fa8c84456f2452bb0&sot=b&sdt=b&sl=86&s=%2528TITLE-ABS-KEY%25>
 17. Organ C, Nunn CL, Machanda Z, Wrangham RW. Phylogenetic rate shifts in feeding time during the evolution of Homo. *PNAS*. 2011;108(35).
 18. Andres Chain M, Gutierrez Hernandez AM, Ortega Martinez P, Poveda Arias P. La alimentación en la Historia. Salamanca, España: Ediciones Universidad Salamanca; 2018. 440 p.
 19. Barahona A. Origen y evolución del ser humano. ¿Cómo ves? *Rev Divulg la Cienc la Univ Autónoma México [Internet]*. 2015 [cited 2019 Nov 20];32(32):10–4. Available from: <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/32/origen-y-evolucion-del-ser-humano.pdf>
 20. Jew S, Abumweis SS, Jones PJH. Evolution of the human diet: linking our ancestral diet to modern functional foods as a means of chronic disease prevention. *J Med Food [Internet]*. 2009 Oct 1 [cited 2021 Nov 30];12(5):925–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19857053/>
 21. Mateos A. Los orígenes de la alimentación humana: una perspectiva evolutiva. Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana. Burgos, España;

- 2012.
22. Historia de la alimentación [Internet]. Sociología del sistema alimentario. [cited 2019 Nov 5]. Available from: <https://sociologiadelsistemaalimentario.wordpress.com/category/2-historia-de-la-alimentacion/>
 23. Hipócrates. Tratados hipocráticos. Gredos, editor. Madrid, España; 1983. 353–385 p.
 24. Skiadas P, Lascaratos J. Dietetics in ancient Greek philosophy: Plato's concepts of healthy diet. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2001 [cited 2021 Nov 30];55(7):532–7. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-0034950586&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=ancient+greece&st2=diet%2CAND+food+AND+nutrition&sid=36e69c1bd794819d3f5a69fe4cb27364&sot=b&sdt=b&sl=79&s=%28TITLE-ABS-KEY%28ancien>
 25. Garcia Soler MJ. La alimentación y la salud en la Grecia antigua [Internet]. 2007. Available from: http://antiqua.gipuzkoakultura.net/alimentacion_antigua_grecia.php#up
 26. Villegas Becerril A. Alimentación y poder en el mundo romano. *Ambitos Rev Estudios ciencias Soc y humanidades*. 2007;18(18):35–41.
 27. Puigbó JJ. Aulus Cornelius Celsus (25 a.C. - 50 d.C.) "De Medicina." *Gac Med Caracas* [Internet]. 2002 [cited 2020 Aug 10];110(4). Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0367-47622002000400009
 28. Sánchez González N. Alimentación, nutrición y dietética a través de la historia de la enfermería. 1999.
 29. Gutierrez de Alva CI. Historia de la Gastronomía [Internet]. Primera. Tlalnepantla, México: Red Tercer Milenio; 2012 [cited 2020 Nov 5]. 162 p. Available from: <https://es.calameo.com/read/004330587a8e382d5289d>
 30. Rodriguez Cuenca JV. La alimentación prehispánica. In: *Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia*. 2006.
 31. Astoviza M. Aspectos de la historia del descubrimiento de algunas vitaminas. *Rev Cuba Med Gen Integr* [Internet]. 2004 [cited 2021 Mar 8];20(4). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252004000400012
 32. Borda Herrera A. La alimentación en la revolución industrial [Internet]. 2016 [cited

- 2021 May 26]. Available from: <https://anyiborda.wordpress.com/2016/09/08/la-alimentacion-en-la-revolucion-industrial/>
33. Industria alimentaria: de economía de subsistencia a monstruoso poder [Internet]. 2017 [cited 2021 May 26]. Available from: <http://www.simplyhealth.es/historia-de-la-industria-alimentaria/>
 34. Khush GS. Green revolution: the way forward. *Nat Rev Genet* [Internet]. 2001 Oct [cited 2021 Nov 30];2(10):815–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11584298/>
 35. Ascencio Peralta C. Fisiología de la nutrición. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill Medical; 2012. 147 p.
 36. Social. CM de P. Resolución 333: Requisitos de rotulado o etiquetado nutricional para alimentos envasados para consumo humano. Ministerio de la protección social 2011 p. 56.
 37. Mahan K, Raymond J. Dietoterapia de Krause. 14th ed. Elsevier; 2017. 4072 p.
 38. Ministerio de salud Colombia. Resolución número 3803 de 2016 - Recomendaciones de ingesta de energía y nutrientes (RIEN) para la población Colombiana [Internet]. 22 De Agosto 2016 p. 26. Available from: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución_3803_de_2016.pdf
 39. Hall JE, Guyton AC. Tratado de fisiología médica. 12th ed. Jackson, Mississippi: Elsevier; 2011. 1083 p.
 40. Almeida SL, Aguila T, Deisy H. La fibra y sus beneficios a la salud. *An Venez Nutr*. 2014;27(1):73–6.
 41. Murray R, Bender D, Botham K, Kenelly P, Rodwell V, Weil PA. Bioquímica ilustrada Harper. 28th ed. McGraw-Hill Medical; 2010. 687 p.
 42. Carbajal Á. Manual de Nutrición y Dietética. Madrid; 2013.
 43. Carvajal C. Lipoproteínas: metabolismo y lipoproteínas aterogénicas. *Med Leg Costa Rica* [Internet]. 2014 [cited 2021 Jun 2];31(2). Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152014000200010
 44. Hung M, Bounsanga J, Voss MW, Gu Y, Crum AB, Tang P. Dietary and Supplemental Vitamin C and D on Symptom Severity and Physical Function in Knee Osteoarthritis. *J Nutr Gerontol Geriatr* [Internet]. 2017 Jul 3 [cited 2021 Nov 30];36(2–3):121–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28557644/>
 45. Uwitonze AM, Rahman S, Ojeh N, Grant WB, Kaur H, Haq A, et al. Oral

- manifestations of magnesium and vitamin D inadequacy. *J Steroid Biochem Mol Biol* [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2021 Nov 30];200. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32084549/>
46. Greenwood-Van Meerveld B, Johnson AC, Grundy D. Gastrointestinal Physiology and Function. *Handb Exp Pharmacol* [Internet]. 2017 Jan 1 [cited 2021 Nov 30];239. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28176047/>
 47. Manrique Vergara D, González Sánchez ME. Ácidos grasos de cadena corta y patologías intestinales. *Nutr Hosp*. 2017;34:58–61.
 48. Shu SA, Yuen AWT, Woo E, Chu KH, Kwan HS, Yang GX, et al. Microbiota and Food Allergy [Internet]. Vol. 57, *Clinical Reviews in Allergy and Immunology*. Humana Press Inc.; 2019 [cited 2021 Apr 28]. p. 83–97. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30564985/>
 49. Pace LA, Crowe SE. Complex Relationships Between Food, Diet, and the Microbiome. *Gastroenterol Clin North Am* [Internet]. 2016 Jun 1 [cited 2021 Nov 30];45(2):253–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27261897/>
 50. Still AT. *Philosophy of Osteopathy*. First Edit. Kirksville: Edward Brothers Inc; 1899.
 51. Adstrum S, Hedley G, Schleip R, Stecco C, Yucesoy CA. Defining the fascial system. *J Bodyw Mov Ther*. 2017 Jan 1;21(1):173–7.
 52. Kondo A, Kaestner KH. Emerging diverse roles of telocytes. *Dev* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2021 Apr 13];146(14). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31311805/>
 53. Dawidowicz J, Matysiak N of FS, Szotek S, Maksymowicz K. Telocytes of Fascial Structures. *Adv Exp Med Biol* [Internet]. 2016 Nov 1 [cited 2021 Nov 30];913:403–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27796902/>
 54. Liptan GL. Fascia: A missing link in our understanding of the pathology of fibromyalgia. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2010 Jan [cited 2019 Jan 15];14(1):3–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20006283>
 55. Padilla Stambulie EA. *La fascia desde la medicina osteopática*. Universidad Nacional de Colombia; 2020.
 56. Tozzi P. A unifying neuro-fasciogenic model of somatic dysfunction - Underlying mechanisms and treatment - Part II. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2015 [cited 2021 Nov 30];19(3):526–43. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84932197345&origin=resultslist&sort=plf->

- f&src=s&st1=fascia&st2=immune+system&sid=c88f9cf605ec0b24f1668628504e79b6&sot=b&sdt=b&sl=56&s=%2528TITLE-ABS-KEY%2528fascia%2529+AND+TITLE-ABS
57. Tozzi P. A unifying neuro-fasciogenic model of somatic dysfunction – Underlying mechanisms and treatment – Part I. *J Bodyw Mov Ther.* 2015 Apr 1;19(2):310–26.
 58. Lodish H, Berk A, Matsudaira P, Kaiser C, Krieger M, Scott M, et al. *Biología celular y molecular.* 5a ed. New York: Editorial Panamericana; 2005.
 59. Pischinger A. *The Extracellular Matrix and Ground Regulation.* Berkley; 2004. 1–205 p.
 60. Serge Paoletti. *The Fascias.* Seattle: Eastland Press; 2002. 13–17 p.
 61. Bordoni B, Mahabadi N, Varacallo M. *Anatomy, Fascia [Internet]. StatPearls Publishing LLC.* 2020 [cited 2021 Apr 14]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493232/>
 62. Parravicini G, Bergna A. Biological effects of direct and indirect manipulation of the fascial system. Narrative review. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(2).
 63. Rojas W, Anaya JM, Lopera D, Cano LE. *Inmunología de Rojas Decimoséptima edición.* Vol. 57. 2015. 562 p.
 64. McPartland JM. Expression of the endocannabinoid system in fibroblasts and myofascial tissues. *J Bodyw Mov Ther [Internet].* 2008 Apr [cited 2021 Nov 30];12(2):169–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19083670/>
 65. Rosado Perez J, Mendoza-Nuñez VM. Mini-revisión: Inflamación crónica y estrés oxidativo en la diabetes mellitus. *Bioquímica [Internet].* 2007 [cited 2021 Apr 17]; Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/bioquimia/bq-2007/bq072d.pdf>
 66. Pierre JF, Busch RA, Kudsk KA. The gastrointestinal immune system: Implications for the surgical patient. *Curr Probl Surg [Internet].* 2016 [cited 2021 Nov 30];53(1):11–47. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84958818255&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Digestive+system+physiological+phenomena&st2=peyer%27s+patches&sid=f97b8653b7b04b30e34b86dd7250ca15&sot=b&sdt=b&sl=92&s=%28TITLE-A>
 67. García De Lorenzo y Mateos A, López Martínez J, Sánchez Castilla M. Respuesta inflamatoria sistémica: fisiopatología y mediadores. *Med Intensiva.* 2000;24(8):353–60.

68. Fauci AS, Kasper DL, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jameson JL, et al. Harrison. Principios de medicina interna. Vol 1. McGraw-Hill Medical; 2012.
69. Furusho Y, Kazuo J, Carlos BO. Sistema inmunitario y aparato gastrointestinal. In: Gastroenterología [Internet]. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill Medical; 2018 [cited 2020 Mar 19]. Available from: <https://accessmedicina-mhmedical-com.ezproxy.unal.edu.co/content.aspx?bookid=2369§ionid=184724497#1151652281>
70. Ramiro-Puig E, Pérez-Cano FJ, Castellote C, Franch A, Castell M. El intestino: Pieza clave del sistema inmunitario. *Rev Esp Enfermedades Dig.* 2008;100(1):29–34.
71. Rodriguez-Sillke Y, Visekruna A, Gluben R, Siegmund B, Steinhoff U. Recognition of food antigens by the mucosal and systemic immune system: Consequences for intestinal development and homeostasis. *Int J Med Microbiol* [Internet]. 2021 [cited 2021 Nov 30];311(3). Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85101617440&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=diet%252Cfood+and+nutrition&st2=peyer%2527s+patches&sid=2b8047e6d6215a56d08ee447c4ae2e0f&sot=b&sdt=b&sl=76&s=%2528TITLE-ABS-KEY%25>
72. Kang W, Kudsk KA. Is there evidence that the gut contributes to mucosal immunity in humans? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* [Internet]. 2007 May [cited 2021 Nov 30];31(3):246–58. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17463152/>
73. Forchielli ML, Walker WA. The role of gut-associated lymphoid tissues and mucosal defence. *Br J Nutr* [Internet]. 2005 Apr [cited 2021 Nov 30];93 Suppl 1(S1):S41–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15877894/>
74. Hold GL, Allen-Vercoe E. Gut microbial biofilm composition and organisation holds the key to CRC. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* [Internet]. 2019;16(6):329–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41575-019-0148-4>
75. James SC, Fraser K, Young W, McNabb WC, Roy NC. Gut microbial metabolites and biochemical pathways involved in irritable bowel syndrome: Effects of diet and nutrition on the microbiome. *J Nutr* [Internet]. 2019 [cited 2021 Nov 30];150(5):1012–21. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85087945976&origin=resultslist&sort=plf->

- f&src=s&st1=functional+food&st2=gastrointestinal+microbiome&nlo=&nlr=&nls=&sid=458825f4720cc3a4ff10699ab95c7a63&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjab
76. MacPherson G, Milling S, Yrlid U, Cousins L, Turnbull E, Huang FP. Uptake of antigens from the intestine by dendritic cells. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2004 [cited 2021 Nov 30];1029:75–82. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15681746/>
 77. Salmi M, Jalkanen S. Lymphocyte homing to the gut: attraction, adhesion, and commitment. *Immunol Rev* [Internet]. 2005 Aug [cited 2021 Nov 30];206:100–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16048544/>
 78. Ala A, Dhillon AP, Hodgson HJ. Role of cell adhesion molecules in leukocyte recruitment in the liver and gut. *Int J Exp Pathol* [Internet]. 2003 [cited 2021 Nov 30];84(1):1–16. Available from: <https://www.scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-0038748229&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Lymphocytic+migration&st2=peyer%27s+patches&sid=5a54267965b9e56abbe9ed936a0a6ae4&sot=b&sdt=b&sl=73&s=%28TITLE-ABS-KEY%28Lymphocytic>
 79. OPS/OMS Ecuador - Clasificación de los alimentos y sus implicaciones en la salud [Internet]. [cited 2021 May 1]. Available from: https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1135:clasificacion-alimentos-sus-implicaciones-salud&Itemid=360
 80. Carretero C, Clotet R, Colomer Y, Fernando GG De, Frías J, Guamis B, et al. Informe sobre clasificación de alimentos: El concepto “ultraprocesados.” 2020.
 81. Martínez E. Compuestos bioactivos y salud: mitos y realidades. *Arch Latinoam Nutr* [Internet]. 2015 [cited 2021 May 1];65(1). Available from: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2015/suplemento-1/art-47/>
 82. Espin JC, Balberan FT. Alimentos funcionales [Internet]. Madrid, España: Fundación española para la ciencia y la tecnología; 2005. 1–298 p. Available from: <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-alimentos-funcionales/>
 83. Gil Hernández Á, Ruiz López MD. Composición y Calidad nutritiva de los Alimentos. In: Gil Hernández Á, editor. *Tratado de nutrición Tomo II*. 2011. p. 1–210.
 84. Valenzuela B. A, Ronco M. AM. Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Rev Chil Nutr* [Internet]. 2004 Nov

- [cited 2021 May 1];31:161–9. Available from:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182004031100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
85. Melendez-Martinez AJ, Vicario IM, Heredia F. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *Arch Latinoam Nutr* [Internet]. 2004 Jun [cited 2021 May 1];54(2). Available from:
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003
86. Fraga CG, Croft KD, Kennedy DO, Tomás-Barberán FA. The effects of polyphenols and other bioactives on human health. *Food Funct* [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2021 Nov 30];10(2):514–28. Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30746536/>
87. Vizcardo Gutierrez LD, Zavala Gonzales JC. Péptidos bioactivos: pequeños gigantes en salud. *Rev Soc Peru Med Interna* [Internet]. 2016;29(4):150–5. Available from:
http://medicinainterna.net.pe/images/REVISTAS/2016/revista_04/tema_revision2.pdf
88. Tadesse SA, Emire SA. Production and processing of antioxidant bioactive peptides: A driving force for the functional food market. *Heliyon* [Internet]. 2020;6(8):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04765>
89. Torres M de J, Vallejo B, Gonzalez A. Péptidos bioactivos derivados de las proteínas de la leche. *Arch Latinoam Nutr*. 2005;55(2):1–7.
90. Hernández B. Multifuncionalidad y biodisponibilidad de péptidos bioactivos de origen alimentario. Seminario internacional en Biotecnología. Madrid; 2020.
91. Juárez M, Reglero G. Alimentación y salud: Ciencia e innovación para el impulso del sector alimentario. *Mediterr Económico*. 2013;28:425–40.
92. Fuentes-Berrio L, Acevedo-Correa D, Gelvez-Ordoñez M. Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biotecnol en el Sect Agropecu y Agroindustrial*. 2015;13(2):140–9.
93. Olagnero G, Genevois C, Irei V, Marcenado J, Bendersky S. Alimentos funcionales: Conceptos, Definiciones y Marco Legal Global. *Diaeta* [Internet]. 2007;25(119):31–9. Available from:
https://www.researchgate.net/profile/AV_Irei/publication/259802369_Alimentos_funcionales_Conceptos_Definiciones_y_Marco_Legal/links/00b4952deef0f972fc000000/Alimentos-funcionales-Conceptos-Definiciones-y-Marco-Legal.pdf

94. Luengo Fernández E. Alimentos funcionales y nutracéuticos. Sociedad Española de Cardiología. Sección de Cardiología preventiva y rehabilitación; 2007. 82 p.
95. Ruiz Álvarez V, Puig Peña Y, Rodríguez Acosta M. Microbiota intestinal, sistema inmune y obesidad. *Rev Cuba Investig Biomédicas* [Internet]. 2010 [cited 2021 Apr 26];29(3):364–97. Available from: <http://scielo.sld.cu>
96. Kerry Health and Nutrition Institute. The Era of The Microbiome. Why the gut is a growing focus for wellness [Internet]. 2020. Available from: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Conceptos+sobre+los+alimentos+funcionales#0>
97. Proctor LM, Creasy HH, Fettweis JM, Lloyd-Price J, Mahurkar A, Zhou W, et al. The Integrative Human Microbiome Project. *Nature* [Internet]. 2019 May 29 [cited 2021 Jun 6];569(7758):641–8. Available from: <http://www.ihmpdccc.org>
98. Gorbach SL. Probiotics and gastrointestinal health. *Am J Gastroenterol* [Internet]. 2000 Jan [cited 2021 Nov 30];95(1 Suppl). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10634218/>
99. De Vrese M, Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Adv Biochem Eng Biotechnol* [Internet]. 2008 May 22 [cited 2021 Apr 28];111:1–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18461293/>
100. Markowiak P, Ślizewska K. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. *Nutrients* [Internet]. 2017 Sep 15 [cited 2021 Nov 30];9(9). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28914794/>
101. Gotteland M. El papel de la microbiota intestinal en el desarrollo de la obesidad y de la diabetes de tipo-2. *Rev chil endocrinol diabetes* [Internet]. 2013 [cited 2021 Nov 30];155–62. Available from: http://soched.cl/Revista_Soched/4_2013/5-Gotteland.pdf
102. Florowska A, Krygier K, Florowski T, Dłuzewska E. Prebiotics as functional food ingredients preventing diet-related diseases. *Food Funct* [Internet]. 2016 May 1 [cited 2021 Apr 28];7(5):2147–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26961814/>
103. Seifert S, Watzl B. Inulin and oligofructose: Review of experimental data on immune modulation. *J Nutr* [Internet]. 2007 [cited 2021 Nov 30];137(11):2563S-2567S. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-35848931665&origin=resultslist&sort=plf->

- f&src=s&st1=diet%252Cfood+and+nutrition&st2=peyer%2527s+patches&sid=2b8047e6d6215a56d08ee447c4ae2e0f&sot=b&sdt=b&sl=76&s=%2528TITLE-ABS-KEY%25
104. Whisner CM, Castillo LF. Prebiotics, Bone and Mineral Metabolism. *Calcif Tissue Int* [Internet]. 2018 [cited 2021 Nov 30];102:443–79. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85032478278&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=functional+food&st2=gastrointestinal+microbiome&nlo=&nlr=&nls=&sid=458825f4720cc3a4ff10699ab95c7a63&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjab>
 105. Chila AG, Carreiro J, Dowling DJ, Gamber RG, Glover J, Habenicht A, et al. *Foundations of Osteopathic Medicine*. Third Edit. Association American Osteopathic, editor. Philadelphia: Wolters Kluwer/ Lippincott Williams & Wilkins; 2011. 1131 p.
 106. Sutherland WG. *Teachings in the science of osteopathy*. Wales AL, editor. 1990. 311 p.
 107. Hruby RJ, Tozzi P, Lunghi C, Fusco G. *The Five Osteopathic Models: rationale, application, integration: From an Evidence-based to a Person-centered Osteopathy* [Internet]. Publishing H, editor. 2018. 471 p. Available from: https://books.google.com.co/books/about/The_Five_Osteopathic_Models.html?id=NZRWtAEACAAJ&redir_esc=y
 108. Liem T. A.T. Still's osteopathic lesion theory and evidence-based models supporting the emerged concept of somatic dysfunction. *J Am Osteopath Assoc*. 2016;116(10):654–61.
 109. Myers T. *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. Vol. 6, Clinical Chiropractic. 2003. 158–159 p.
 110. Wancura-Kampik I. *Segmental Anatomy*. 1st ed. München: Elsevier; 2010. 369 p.
 111. Liem T. *Cranial Osteopathy. Principles and Practice*. Stuttgart: Elsevier; 2004. 706 p.
 112. Martinez ML. *Osteopatía Visceral*. 2a edición. Bogotá; 2013.
 113. Barral J-P, Mercier P. *Visceral manipulation. Foundations of Osteopathic Medicine: Third Edition*. Seattle: Eastland Press; 1983.
 114. Schander A, Padro D, King HH, Downey HF, Hodge LM. Lymphatic pump treatment repeatedly enhances the lymphatic and immune systems. *Lymphat Res Biol* [Internet]. 2013 [cited 2021 Nov 30];11(4). Available from: <https://www-scopus->

- com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-84891078467&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=osteopathic+AND+medicine&st2=inflammation&nlo=&nlr=&nls=&sid=b171076512003f057601d27737087e21&sot=b&sdt=b&sl=73&s=%28TITLE-ABS-KEY
115. Bhesania N, Cresci GAM. A nutritional approach for managing irritable bowel syndrome. *Curr Opin Pediatr* [Internet]. 2017 [cited 2021 Nov 30];29(5):584–91. Available from: <https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85025655532&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=functional+food&st2=gastrointestinal+microbiome&nlo=&nlr=&nls=&sid=458825f4720cc3a4ff10699ab95c7a63&sot=b&sdt=cl&cluster=scosubjab>
 116. Collebrusco L, Lombardini R. Osteopathic manipulative treatment and nutrition: An alternative approach to the irritable bowel syndrome. *Health (Irvine Calif)*. 2013;05(06):87–93.
 117. Collebrusco L, Lombardini R. What about OMT and nutrition for managing the irritable bowel syndrome? An overview and treatment plan. *Explor J Sci Heal*. 2014;10(5):309–18.
 118. Grace S, Barnes L, Reilly W, Vlass A, Permentier P. An integrative review of dietetic and naturopathic approaches to functional bowel disorders. *Complement Ther Med* [Internet]. 2018 [cited 2021 Nov 30];41:67–80. Available from: https://www-scopus-com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85053465194&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=functional+food&st2=phytochemical&searchTerms=osteopathic+medicine%3F%21%22*%24&sid=b5ad22711bd2144ad73274620bf12701&sot=b&sdt=b&s
 119. Silveira Rodriguez MB, Monereo Megías S, Molina Baena B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. *Rev Esp Salud Publica*. 2003;77:317–31.
 120. Escudero Alvarez E, Gonzalez Sanchez P. La fibra dietética. *Nutr Hosp*. 2006;21(2):61–72.
 121. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Tabla de Composición de Alimentos Colombianos (TCAC). [Internet]. 2018 [cited 2019 Sep 18]. Available from: https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_web.pdf
 122. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Guías alimentarias basadas en

- alimentos para la población colombiana mayor de 2 años. Bogotá, Colombia; 2020.
123. Mazza G. Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y procesado. Acribia; 2000. 458 p.
 124. Lustig RH. Ultraprocessed food: Addictive, toxic, and ready for regulation. *Nutrients* [Internet]. 2020 Nov 1 [cited 2021 Apr 29];12(11):1–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33167515/>
 125. Valdés-Ramos R, Martínez-Carrillo BE, Aranda-González II, Guadarrama AL, Pardo-Morales RV, Tlatempa P, et al. Diet, exercise and gut mucosal immunity. *Proc Nutr Soc* [Internet]. 2010 Nov [cited 2021 Nov 30];69(4):644–50. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20860856/>
 126. de Cabo R, Mattson MP. Effects of Intermittent Fasting on Health, Aging, and Disease. *N Engl J Med*. 2019;381(26):2541–51.
 127. Santacruz Pacheco D. Efectos del ayuno intermitente en el envejecimiento, la salud y la enfermedad. *Soc Colomb Cardiol y Cirugía Cardiovasc* [Internet]. 2020;1(136):1–2. Available from: https://scc.org.co/wp-content/uploads/2020/01/PAD_21012020_vol1-.pdf