EFAD
CAMPUS SEAS

1 UNIDAD DIDÁCTICA

Bases de la nutrición deportiva

1. Contextualización del deporte en la actualidad e introducción a la nutrición deportiva

ÍNDICE

OBJETIVOS 11
INTRODUCCIÓN 12
1.1. Estado actual del deporte y la actividad física 15
1.2. Sectores donde actúa la nutrición deportiva 19
1.3. Conceptos fundamentales de la nutrición 21
1.4. Antecedentes históricos 23
1.4.1. Dietética pitagórica 24
1.4.2. Dietética hipocrática 25
1.4.3. Dietética en occidente medieval 27
1.4.4. Dietética en el mundo moderno 28
1.5. Importancia de la nutrición en el hombre 29
1.5.1. Hambre, apetito y saciedad 29
1.6. Principales nutrientes de los alimentos 31
1.6.1. Principios inmediatos 31
1.6.2. Componentes minoritarios 31
1.6.3. Agua y fibra dietética 32
1.7. Composición corporal 33
1.8. Recordatorio del proceso del acto alimentario 34
1.8.1. Digestión gástrica 34
1.8.2. Intestino delgado 35
1.8.3. Enzimas intestinales 36
1.8.4. Páncreas 37
1.8.5. Hígado 38
1.8.6. Absorción intestinal 39
1.8.7. Intestino grueso 40
1.9. Biodisponibilidad 42
1.9.1. Factores dietéticos 42
1.9.2. Factores fisiológicos 43
1.10. Contenido energético de los alimentos 45
1.10.1. Aporte energético de los principios inmediatos 45
1.10.2. Calorimetría 46
1.11. Necesidades energéticas del cuerpo humano 49
1.11.1. Metabolismo basal 49
1.11.2. Actividad física 50
1.11.3. Efecto térmico 51
1.11.4. Repercusiones sobre la salud 55
RESUMEN 57

OBJETIVOS

- Conocer el estado actual del deporte y la actividad física.
- Saber en qué sectores actúa el nutricionista y sus características.
- Conocer los fundamentos básicos de la nutrición.
- Saber en qué se basa la composición corporal.
- Recordar el proceso alimentario, biodisponibilidad de alimentos y necesidades energéticas de los alimentos.

INTRODUCCIÓN

La vida sedentaria de las personas, así como la abundancia y acceso a los alimentos ha generado unos trastocados hábitos alimenticios en la sociedad. Sumado a los hábitos de actividad física, requiere de un análisis profundo sobre la situación de la sociedad en la actualidad.

La ocupación del tiempo de ocio en diferentes actividades, siendo el deporte no una necesidad, sino una alternativa de ocio, como competencia al cine, por ejemplo, hace que las áreas de actuación sobre la nutrición no solo se centren en los deportistas de élite. Las diferentes poblaciones y sectores sociales tienen necesidades diferentes.

Impartir clases sobre nutrición en un país como el nuestro puede parecer absurdo por varios motivos:

- Somos un país desarrollado, y bien comunicado por lo que el consumidor dispone de todos los alimentos que su imaginación (o la publicidad) y su poder adquisitivo le permitan.
- Nos encontramos geográfica y culturalmente inmersos en la cuna de la Dieta Mediterránea, la últimamente tan afamada e idolatrada dieta hacia la cual se nos recomienda encarecidamente dirijamos nuestros hábitos alimentarios.
- Es de suponer que si el individuo está sano, es porque se alimenta correctamente, por tanto no necesita que nadie le indique cómo debe comer.

Sin embargo, este tipo de cursos en países como el nuestro suelen gozar de gran aceptación, y no digamos cualquier programa institucional o privado que fomente unos hábitos nutricionales saludables.

Los motivos de esta paradoja son varios, y se fundamentan en parte en la propia falacia de los postulados expuestos:

- La disponibilidad de alimentos no implica que la selección que hace el consumidor de ellos sea la más correcta para su salud.
- En ocasiones el consumidor no está correctamente informado de cuales son los alimentos más recomendables para su salud, ni cómo debe combinarlos y en que cuantía.
- Es frecuente también que el consumidor, aún bien informado nutricionalmente, se guíe por otros criterios a la hora de seleccionar sus alimentos, distintos de la salubridad, como pueden ser los puramente organolépticos (apetencia), condicionantes sociales (desprestigio por el consumo de ciertos alimentos), influencias mercantiles (la publicidad que nos acosa), simple cuestión de disponibilidad de tiempo (es más fácil y rápido recurrir a alimentos preparados, y centros de restauración de comida rápida), o simplemente los hábitos alimentarios que se han forjado en su carácter son difíciles de abandonar.
- La dieta mediterránea ideal para nuestra salud, era la que llevaban nuestros padres y abuelos con unos medios de subsistencia escasos, por lo que tenían que recurrir a los alimentos que daba la tierra y formas de

preparación poco costosas, donde ingredientes como cárnicos, salsas grasas y dulces, eran esporádicos. Nuestra alimentación de hoy en día, aunque con la base cultural de nuestros antecesores, está más orientada a la forma de alimentarse el prototipo de cultura modelo, que suele ser la norteamericana. Por tanto aunque la cuna sea de dieta mediterránea, la cama se puede decir que es de cocina "made in USA".

- Por último la falacia del individuo sano, se denota por si misma al comprobar por ejemplo:
  - Los índices de obesidad de nuestro país (entendida como tal la de varones con IMC>29.4 y en mujeres con IMC>27.4), que se sitúan en torno al 25% de la población española adulta.
  - El continuo bombardeo de anuncios sobre complejos vitamínico-minerales, bebidas vigorizantes, reconstituyentes y productos dietéticos, que evidencia que si bien es posible que estemos "sanos", no nos consideramos como tales, o tales campañas publicitarias irían abocadas al fracaso.

Por todo lo expuesto, parece al menos justificada la existencia de un curso como el que proponemos, simplemente para que los propios alumnos tengan conocimientos suficientes para adaptar sus hábitos alimentarios a las máximas expectativas de salubridad, y por supuesto para que la formación de personal cualificado en esta materia sirva de caja de resonancia al aplicar los alumnos los conocimientos recibidos en beneficios de una mejor nutrición en la población general.

Por otra parte, hemos de ser conscientes del avance que la informática está produciendo en todas las tareas cotidianas de los individuos en las sociedades desarrolladas, no escapando de esta "favorable" influencia, prácticamente ninguna de las actividades científicas o culturales que se pueden desarrollar, ya sea en mayor o menor medida.

En este sentido la nutrición y aún más la dietética se ha visto gratamente aliviada en algunas de sus tareas más tediosas, por el uso de la informática, por lo que el uso de esta herramienta se ha hecho imprescindible en la Nutrición Moderna.

Pretendemos en esta formación que el estudiante no solo adquiera los conocimientos nutricionales con las bases científicas más actuales, sino que además sepa aplicar los conocimientos adquiridos a casos prácticos, sobre todo en el campo de la nutrición deportiva, donde cada vez es más clara la necesidad de una buena planificación para la posterior consecución de objetivos.

Raro es el deporte donde no se dé a la nutrición la importancia actual. Jamás hubiéramos imaginado hace años al cocinero de la selección española de fútbol siendo entrevistado en la televisión, contando los entresijos de la dieta de los campeones del mundo y haciendo la compra en los mercados africanos.

1.1. Estado actual del deporte y la actividad física

Actualmente nos encontramos inmersos en una sociedad donde la escasez de tiempo libre y tiempo de ocio goza por su ausencia. Los avances tecnológicos hacen que cada vez deba ser menor el esfuerzo del hombre para realizar sus tareas cotidianas o todas aquellas labores relacionadas con el trabajo; así cada vez son menos las profesiones que requieren de un elevado esfuerzo físico para su realización y las máquinas y las nuevas tecnologías hacen menos intenso el esfuerzo físico necesario para sobrevivir en nuestra sociedad.

De esta forma nos encontramos inmersos en un mercado, el de la actividad física, el ejercicio y la salud, que en cierto modo va contracorriente de la propia evolución que el ser humano ha mostrado en las últimas décadas, aunque de vital importancia para conservar intactos los parámetros de salud.

Si echamos la vista atrás, observaremos que el gasto calórico medio de nuestros antepasados de hace solo un siglo, se situaba en torno a las 3.000 Kcal. diarias, mientras que el gasto calórico actual es mucho menor; ni que decir tiene que el ser humano de otras épocas históricas, como la edad media, o incluso la Prehistoria tenía un gasto energético aún mayor. Nuestro organismo, no ha sufrido modificaciones en estos miles de años, y permanece preparado para asumir estas demandas energéticas, que sin embargo se han rebajado de manera más que considerable. Fruto de este sedentarismo y de la escasa adaptación que nuestro cuerpo parece mostrar a la inactividad física naces múltiples enfermedades cardiovasculares (enfermedad coronaria, hipertensión u obesidad), metabólicas (diabetes) y osteoarticulares (osteoporosis).

El papel que juega el ejercicio físico en la promoción de salud y el bienestar queda bien asentado con la evidencia científica que demuestra claramente que si el ejercicio es adecuado, se realiza frecuentemente y se mantiene durante toda la vida:

- Facilita un desarrollo y crecimiento equilibrado.
- Desarrolla y mantiene el funcionamiento óptimo del sistema cardiovascular y el sistema músculo esquelético.
- Reduce el riesgo de ciertas enfermedades en la población en general, así como en grupos especiales. Fomentando una independencia relacionada con la inactividad.
- Mejora el control y gestión de deficiencias existentes como el asma o la diabetes.
- Contribuye al bienestar mental y psicológico, a un mejor estado de humor y una consideración positiva de la imagen corporal.

En contra a esta tendencia, el poco tiempo de ocio que las personas utilizan fuera del uso de las tecnologías se enmarca cada vez más en el llamado “ocio saludable”. Un ocio que tiene que ver con las actividades sociales de animación y dinámica de actividades físicas y deportivas. Es en este escenario donde se van a mover los contenidos de la asignatura, en todas sus manifestaciones, así como en la promoción del uso y disfrute de dichas actividades.

A continuación, abordaremos una serie de definiciones básicas para tener criterio de discernir entre las actividades que los usuarios están realizando y sus diferencias.

Actividad física

La actividad física como tal la podemos definir como todas las actividades que realizamos al cabo del día, ya sea en nuestra vida cotidiana, labores de trabajo, desplazamientos o en tiempo de ocio que conllevan un esfuerzo físico.

Así encontramos diferentes tipos de actividad física claramente diferenciados:

- **Actividad física laboral:** aquellas actividades físicas que se realizan como parte inherente a la profesión de cada uno. En los últimos años este tipo de actividad física se ha reducido mucho fruto del desarrollo de nuevas tecnologías y maquinarias modernas.

- **Actividad física en tiempo de ocio:** todas aquellas actividades realizadas en el tiempo libre y dedicadas a actividades ociosas, como por ejemplo practicar algún tipo de deporte, ejercicio físico, o actividades como el baile, la danza o el teatro.

- **Actividad física en tareas cotidianas:** aquellas actividades relacionadas con el quehacer de cada día, como por ejemplo realizar labores domésticas.

- **Actividad física en desplazamientos:** caminar para llegar a un determinado lugar es una buena forma de aumentar la cantidad de actividad física realizada a lo largo del día. En las últimas décadas los avances en transportes y la llegada del automóvil a todos los hogares ha hecho que este tipo de actividad física descienda considerablemente.

Ejercicio físico

Por ejercicio físico entendemos toda aquella actividad física planificada y estructurada con el objetivo de mejorar la condición física.

La condición física es el nivel de fitness o capacidad física general del sujeto, pudiendo entrar a valorar el nivel o condición de cada una de las diferentes cualidades físicas como fuerza, resistencia, elasticidad o flexibilidad.

Salud

Hasta hace relativamente poco tiempo entendíamos el término salud como simplemente la ausencia de enfermedad, pero en la actualidad el término salud es mucho más interdisciplinar pudiendo llega a abarcar todo un sinfín de componentes relacionados con la calidad de vida y el bienestar general del sujeto.

La palabra fitness viene de FIT, que no es otra cosa que la unión de F (Frecuencia), I (intensidad) y T (Tiempo). Así nace en los años 90 un fenómeno relacionado con la práctica de actividad física que en un principio no tenía un significado demasiado claro.

De hecho existe una modalidad deportiva, relacionada con el culturismo denominada “fitness” que poco tiene que ver con el fenómeno fitness que entendemos desde el punto de vista de salud y condición física óptima.

De esta forma, en los años 90, llegó a Europa el fenómeno fitness, cargado de energía para que todos nuestros gimnasios iniciaran una carrera por ofertar nuevas actividades que huían del rendimiento deportivo como aquellas clases de artes marciales donde el maestro iniciaba sus alumnos en el arte del kung-fu o el culturista entrenaba con el único objetivo de aumentar el perímetro de su bíceps.

Wellness

El wellnes aglutina varios conceptos ya existentes desde hace años con el objetivo de derivar en una actividad saludable por definición y en estrecha relación con el bienestar y la calidad de vida.

La palabra wellnes viene de de la unión entre wellbeing (bienestar) y fitness. Así en la actualidad es habitual encontrar centros wellness donde además de actividad física podemos tener acceso a centro de estética, salas de bronceado, gabinete de fisioterapia y nutrición, balneario, fangoterapia, peluquería; todo ello en una instalación de último diseño con cafetería donde nos pueden servir zumos naturales o menús dietéticos.

En definitiva, el wellness, es una evolución más del fitness hacia el bienestar global de la persona enfocado en un principio a un sector de la población con unos medios económicos elevados pero que poco a poco se va abriendo a todo aquel que quiera disfrutar de estos servicios, sin necesidad por ello de tener que hacer un gran desembolso.

Así de esta evolución sufrida por nuestro sector en los últimos años, se ha desarrollado una nueva forma de percibir la actividad física saludable y se han tomado unas nuevas referencias a la hora de realizar un programa de ejercicio físico.

1.2. Sectores donde actúa la nutrición deportiva

Quizás estés pensando en planificar el entrenamiento deportivo y la nutrición de un deportista de élite, de un equipo de primera división o de un campeón del mundo. Tus reflexiones son correctas, pero debes saber que hay un amplísimo abanico de poblaciones relacionadas con la actividad física y el deporte que también tienen necesidades en cuanto a la orientación de sus hábitos alimenticios.

A causa de patologías

Bien sea por patologías musculo esqueléticas, las cuales requieran de mantenerse en un peso corporal concreto para poder realizar una correcta recuperación funcional. O también por patologías cardio vasculares, que precisan de una composición corporal baja en grasas para evitar una acumulación de grasas saturadas en sangre.

Por mejorar su imagen

La gran mayoría de los consumidores de productos sustitutivos de comidas y dietas "milagro" son personas que quieren mejorar su imagen a través de una dieta que les resuelva sus problemas relacionados con los hábitos diarios.

Sectores sociales relacionados con el pensamiento ideológico

Una persona vegana o que sigue una religión que le obliga, por convencimiento o decisión, a no poder tomar una serie de alimentos concretos exige de una compensación de dichas ausencias alimenticias para poder llegar a cubrir todas las necesidades de una alimentación saludable.

Alergias o intolerancias

Las intolerancias y alergias cada vez son más habituales, por su fácil diagnóstico y la ingesta de alimentos procesados, estas personas necesitan de una orientación para que puedan comprar, cocinar y elaborar sus platos cumpliendo con unos criterios necesarios para una dieta equilibrada pero sin generar un brote de su patología.

Sector del fitness

Es un sector complejo, dado que se junta el rendimiento deportivo con un objetivo de mejorar su imagen corporal. Es imprescindible, para evitar conductas insalubres, de una educación y seguimiento nutricional de este público. En estos centros deportivos se vende gran cantidad de suplementación que, sin una orientación adecuada, puede generar trastornos e intolerancias.

La fiebre del running

Nos “hemos echado todos a correr”, lo que supone que para conseguir realizar más distancia, o bajar del tiempo esperado o realizado en la última vez, necesito mejorar mi rendimiento a través de un peso ideal y una dieta orientada a mi prueba deportiva.

Rendimiento deportivo en deportes individuales

En estos deportes cualquier variación fisiológica, de hábitos o de nutrición puede suponer esas décimas que marcan la diferencia. Su seguimiento es mucho más exhaustivo y minucioso.

Rendimiento deportivo en deportes de equipo:

Los equipos tienen muchas más variantes contaminantes que los deportistas de deportes individuales. Es por ello que la nutrición es importante, pero supone algo para el conjunto de los jugadores. Siempre y cuando ninguna tenga ninguna patología o necesidades especiales. Aunque los análisis se realicen de forma individual, y se hagan recomendaciones y objetivos concretos a cada jugador, la nutrición es algo que dependerá de los horarios de juego, tiempos, clima y situación de cada partido.

Como podemos observar, el abanico de posibilidades y sectores sociales donde la nutrición afecta es tan variado como tantos grupos estén intentando conseguir modificar su estado de salud, estado físico o rendimiento deportivo. Los hábitos deportivos de los Españoles se sitúan en más de un 45% de población activa, los cuales conseguirán sus objetivos de forma mucho más eficiente si siguen unos criterios nutricionales. Si sumamos este dato a la población no activa que necesitaría orientación nutricional por causas patológicas, alergias o intolerancias, podríamos estimar que gran parte de la población necesita de forma importante una orientación nutricional.

1.3. Conceptos fundamentales de la nutrición

Hoy en día se maneja con relativa asiduidad conceptos tales como “nutrición”, “nutriente”, “alimento” o “dietética”, sin que este uso cotidiano implique que se conozcan perfectamente sus significados. Por otra parte toda obra dedicada a la nutrición que se precie, incluirá alguna definición de alguno o todos los conceptos mencionados.

Lo más fácil es recurrir al diccionario de la Real Academia Española de la Lengua Española, donde encontramos las siguientes definiciones:

Nutrición

Nutrición es la acción y el efecto de nutrir o nutrirse. Nutrir es aumentar la substancia del cuerpo animal o vegetal por medio del alimento, reparando las partes que se van perdiendo en virtud de acciones catabólicas.

Es el conjunto de procesos biológicos, mediante los cuales determinadas formas de materia y energía del medio externo son captadas, transformadas y utilizadas por el organismo viviente a través de una incesante actividad, en virtud de la cual el organismo puede crecer, mantenerse, reproducirse y reponer las pérdidas materiales y energéticas ligadas al desarrollo de sus diversas actividades funcionales. La alimentación sería la primera fase de la nutrición, es decir la captación de determinadas formas de materia y energía del medio externo.

Nutriente

Es cada uno de los constituyentes materiales de los alimentos que tienen una utilidad al ser incorporados al medio interno del ser vivo.

Nutricición

Es la interpretación y aplicación racional de los principios de la ciencia de la alimentación con el fin de establecer los regímenes alimenticios más idóneos en distintas condiciones fisiológicas y patológicas.

Alimento: comida y bebida que el hombre y los animales toman para subsistir. Cualquiera de las sustancias que los seres vivos toman para su nutrición.

Alimentación

Es la primera fase de la nutrición consistente en la captación, masticación y deglución de los alimentos.

Dietética

Dietética es la ciencia que trata de la alimentación conveniente en estado de salud y en las enfermedades.

Los aspectos nutricionales de los alimentos durante mucho tiempo estuvieron en cierto modo desatendidos en el mundo alimentario, pendiente de aspectos de más inmediata trascendencia como lo son los toxicológicos y tecnológicos. Sin embargo, en las últimas décadas ha resurgido el interés por la nutrición, dirigida hacia los efectos que la dieta efectúa sobre ciertos desordenes orgánicos y patologías. Estos desordenes o patologías pueden estar directamente relacionados con la dieta (obesidad, hipercolesterolemia, anemias, etc.), o simplemente actuar la dieta como un agente eficaz de su atenuación (hipertensión, diabetes, osteomalacia, litiasis, etc.). El tratamiento dietético de estos desórdenes o patologías suele ser abordado por el colectivo médico, sin embargo, existen otros aspectos tan importantes como el tratamiento nutricional, como son la prevención de la aparición de dichos desordenes nutricionales, la supervisión de dietas para colectividades (comedores escolares) y la labor divulgativa que son los objetivos fundamentales no totalmente cubiertos por el colectivo sanitario.

Aplicado al deporte, la nutrición está marcando la diferencia, junto a las ayudas ergogénicas, con otras épocas, en las que se le daba una importancia secundaria. Más adelante veremos cómo aplicar la nutrición a los progresos deportivos.

1.4. Antecedentes históricos

La nutrición es una ciencia joven que ha crecido espectacularmente en los últimos años, tanto en cuanto a conocimientos científicos, como en cuanto a la expectación que suscita en la población general. Por desgracia, no toda la información nutricional que hoy en día se maneja tiene un origen científico, existiendo informaciones falaces que ponen en entredicho lo que la ciencia demuestra o simplemente aprovechan la buena voluntad de las personas a la hora de asumir que la información que se les facilita es veraz. Por otra parte, y precisamente por lo reciente de su desarrollo, algunos postulados que se han ido estableciendo a lo largo del tiempo, la demostración científica los va desmontando. Caso es de sustancias que en las décadas de los 50 y 60 se identificaron como vitaminas y que hoy se sabe que no son tales, o presunciones como la del efecto del licopeno sobre la salud.

Todos los que hemos estudiado historia, sabemos que esta arranca cuando el hombre comienza a dejar testimonio escrito de lo que le acontece y que todo el periodo previo a la aparición de la escritura se denomina pPrehistoria, donde nuestro conocimiento de cómo era la vida del hombre se basa en la antropología y paleontología.

Todos sabemos que la capacidad instintiva en el hombre es bastante limitada, en tanto que en los animales la impronta instintiva rige en gran manera su comportamiento y su forma de relacionarse con el medio. Concretamente en temas de alimentación, el hombre, y es de suponer que en cierta manera sus antecesores prehomínidos, es un animal en el que predomina el carácter volitivo sobre el instinto.

Por ello y debido al elevado número de especies principalmente vegetales que pueden ser más o menos tóxicas para el hombre, es de suponer que entre los hombres primitivos e incluso los prehomínidos existiese la figura de un individuo, habitualmente de mayor edad, que por su experiencia propia y tal vez por la de sus antecesores hiciera labores de cuidador alimentario o casi podríamos decir más propiamente de higienista alimentario, además de sanador e, incluso de hechicero. Estos individuos desaconsejarían el consumo de ciertos alimentos en beneficio de la salud del individuo y por extensión del grupo. En algunas ocasiones la causa/efecto de la transgresión sería inmediata y puede que fulminante, por lo que al no conocerse la causa real del efecto negativo del consumo, pudo estar rodeado de un halo de magia y superstición. Puede que ya de estas épocas arranque la vinculación primigenia que relaciona la religión con aspectos de la alimentación y el castigo de las deidades sobre el consumo de ciertos alimentos que le han de estar vedados al hombre. Todo esto podríamos incluso relacionarlo con una visión antropológica del pecado original cristiano, aunque hay autores además de esta causa o contribuyendo a ella, centran dicho pecado en el descubrimiento de la agricultura por parte de la mujer. Lo cual no contradice en nada a las Sagradas Escrituras si lo interpretamos con parábolas para un mejor entendimiento por los creyentes.

A partir de los reductos de tribus de costumbres primitivas en la actualidad, se ha comprobado que la incidencia de enfermedades carenciales en este tipo de sociedades cazadoras-recolectoras es muy baja, en parte por la variedad en el consumo de alimentos, al no existir grandes cantidades de ninguno en concreto, y en parte también por la ausencia de alimentos refinados, que provoca la eliminación de ciertos nutrientes en beneficio de otros. Podemos pensar por lo tanto que en el hombre primitivo la mayor preocupación sanitaria relacionada con el alimento era la puramente higienista.

Sin embargo, con el paso del tiempo, el descubrimiento del fuego (eliminación de toxinas termolábiles, y de ciertos nutrientes), la agricultura (preponderancia de ciertos alimentos cultivables), el pastoreo (mayor consumo de carne), y el refinamiento (con la eliminación de ciertos nutrientes, y un aumento de la manipulación que implica un mayor riesgo microbiológico), comienzan a aparecer las enfermedades nutricionales, la desnutrición generalizada (por plagas sobre cosechas), y las intoxicaciones de origen microbiano.

Debido a todos estos hechos comienza a surgir una preocupación alimentación-salud, ya no tan obvia como la primigenia en que la causa y el efecto estaban muy relacionados, por lo que las posibles interpretaciones tomaban cierto cariz místico o filosófico.

Las primeras referencias escritas relacionadas con la preocupación del hombre por la relación entre la alimentación y la salud las encontramos en la Grecia Clásica. El término dietética deriva del griego díaita, siendo empleada esta palabra con un sentido mucho más amplio del que se le da en la actualidad, ya que era una especie de régimen de vida o “conjunto de hábitos del cuerpo y alma que constituían la actividad vital del hombre”.

1.4.1. Dietética pitagórica

Hoy en día parece aceptado de forma genérica que el padre de la dietética es Pitágoras (584-504 a.C.) quien en su doctrina pitagórica predicaba la práctica de una forma de vida que permitiera establecer un nexo armónico entre hombre y universo.

La dietética pitagórica, como hemos indicado no era exclusivamente alimentaria, y constaba de una serie de preceptos, como normas morales que formaban acúsmata o symbola, que las recogían en forma oracular, aunque al parecer los acúsmatas podrían ser solo una recopilación y ordenación de preceptos religiosos más antiguos. También la dietética pitagórica constaba de ejercicios físicos para el perfeccionamiento del cuerpo (por ejemplo recomendaba competir, pero nunca ganar, para endurecer el cuerpo y el espíritu). Por último la dietética pitagórica tenía una sección alimentaria que se subdividía en dos preceptos, la moderación en la comida y bebida y la abstención de alimentos tabú.

La moderación era en general norma de conducta pitagórica, que incluso la predicaba en las relaciones sexuales, indicando que la “Venus” (el sexo) se ha de usar en invierno, pero no en verano y en primavera y otoño de forma ligera, pero que si se usaba en todo tiempo era malo para la salud.

Esta moderación en el ámbito alimentario rozaba en la frugalidad. El desayuno habitualmente era miel, y la comida pan de mijo o torta de cebada y verdura cocida o cruda, siendo rarísima la incorporación de un bocado de carne, siempre procedente de sacrificios rituales. Con este régimen se pretendía vencer a las sensaciones del cuerpo. En tiempo de meditación se utilizaba una alimentación (en parte alucinógena) para mitigar el hambre y la sed, basándose en semillas de adormidera, otras plantas y miel, con lo cual se llegaba a un estado óptimo de meditación.

Se pretendía con este régimen alimentario, tanto objetivos morales, como no enfermar, ni que hubiese modificaciones en el peso corporal.

En cuanto a la abstención alimentaria, se prohibían los productos cárnicos, en especial las partes relacionadas con "su fundamento, nacimiento, crecimiento, principio y fin" (riñones, genitales, matriz, medula, cabeza y patas). Determinados productos vegetales también estaban prohibidos como las habas y ciertos pescados (salmonete) y mariscos (ortiga de mar y otros muchos). En la prohibición del consumo de carne existe un motivo pseudo-religioso y es su creencia en la metemsicosis o trasmigración de las almas (una especie de doctrina reencarnativa), que pudo ser origen también de la prohibición de las habas como si de carne humana se tratase (testículos, riñones o embriones), o el regreso de las almas de debajo de la tierra.

Debemos tener muy en cuenta que la finalidad última de la dietética pitagórica es conseguir un estado perfecto de catarsis, donde el cuerpo no influya sobre la elaboración filosófica.

1.4.2. Dietética hipocrática

A finales del siglo VI a.C., y sobre todo en el siglo V a.C., la dietética se incorpora a la doctrina médica, perdiendo parte de su sentido moral y aumentando en el aspecto técnico, fundamentalmente higiénico. Los preceptos médico-dietéticos de esta época se atribuyen a Hipócrates (460 a 377 a.C.) en forma de su *Corpus Hippocraticum.*

En esta época la salud se entendía como un equilibrio entre lo que nutre (los alimentos) y lo que desgasta (principalmente los ejercicios). Se hablaba de *"plétora"* cuando había un exceso de alimento o una falta de ejercicio y de *"vacuidad"* en caso contrario, y ambas cosas debían ser enmendadas de inmediato a través de la dieta.

Pero la dieta no se entendía exclusivamente como una rectificación de conductas voluntariamente viciadas por el individuo, sino hasta como una forma de mejorar características innatas en él, como por ejemplo aumentar la inteligencia. Se creía que un individuo era bobo, cuando predominaba en su organismo el agua sobre el fuego, por lo que su alma era lenta y la alcanzaban las emociones. La dieta para bobos consistía en alimentos más secos y en pequeña cantidad, ejercicio abundante y activo, baños y vómitos tras los baños (desde luego les convenía espabilarse a los pobres bobos).

La dietética de esta época tenía seis pilares fundamentales: la alimentación, el ejercicio, los baños, la actividad sexual, las evacuaciones y los sueños.

En cuanto a la alimentación era importante su cantidad, calidad, gusto, procedencia, aspecto, grado de frescura y de preparación (de gran importancia esta última, clasificándose en función de ésta en naturales y artificiales). En cuanto a los ejercicios también se clasificaban en naturales y artificiales, siendo los naturales, la vista, el oído y el pensamiento, que al parecer secaban el cuerpo (en antítesis con los bobos que lo tenían hiperhidratado). Los baños podían ser fríos o calientes y con o sin ungüentos. La actividad sexual se consideraba que adelgazaba, humedecía y calentaba. Entre las evacuaciones se hablaba de purgas y de vómitos, que servían para corregir excesos alimentarios. Y por último los sueños que debían ser controlados en cuanto a duración, relación con las comidas, y calidad del lecho.

Este pensamiento dietético viene influido por dos directrices, la sabiduría popular y el pensamiento por analogía. De la sabiduría popular se obtenía el conocimiento de las propiedades de los alimentos como la mayor flatulencia de las habas que de los guisantes, la mayor energía del trigo que de la cebada y el mayor poder laxante de esta última sobre el primero, etc. En cuanto al pensamiento por analogía se obtenían propiedades de los alimentos en función de sus características, por ejemplo las carnes más fuertes son las de los animales que mayor ejercicio hacen, y de las regiones más ejercitadas, o las mejores cualidades de los alimentos poco elaborados por estar más cerca de lo vivo, y el mayor poder laxante de los alimentos madurados por estar más cerca de la corrupción.

Un aspecto muy interesante de este pensamiento dietético es la acomodación individual de la dieta, es decir, no existía una dieta ideal, sino que había que diseñar la dieta de acuerdo con las características del individuo y de su entorno. En este sentido las dietas tenían dos principios fundamentales, el de compensación y el de conformidad. Por el principio de compensación se trataba de paliar los excesos, por ejemplo en invierno (época húmeda), se debía consumir una alimentación seca, poca bebida y de predilección debería ser vino lo más seco posible, así como asados y pan, siendo consumidas las verduras en poca cantidad. La edad y el sexo también eran definitorios de compensación ya que se consideraba a los jóvenes secos y duros y a las mujeres y ancianos como húmedos y flojos.

El principio de conformidad indicaba que todo cambio brusco era nefasto, y por tanto que el acúmulo de cambios también lo era, por lo que los cambios en la dieta debían realizarse de forma progresiva.

Con todo esto comprobamos que la dietética de esta época era de carácter personal, y lo que se predicaba eran los preceptos fundamentales, quedando en manos del individuo la elaboración de su propia dieta. Esto fue muy alabado por Sócrates (470 a 399 a.C.), que lo consideraba un indicio más de cultura. En cambio Platón (428 a 347 a.C.), en su República consideraba la dietética como una práctica nefasta, ya que mantiene mediante regímenes largos y trabajosos la vida de aquellos que tienen mala salud, o habían contraído enfermedades contagiosas, lo cual era una carga para la República.

1.4.3. Dietética en occidente medieval

Desde la Grecia Clásica hasta el alto medievo, la dietética se basó en los postulados hipocráticos, sin que existieran grandes modificaciones de sus ideas fundamentales. Las principales obras realizadas durante esta época fueron *"regula vitae", "ordo vitalis", y "ars vivendi".*

Gracias a la conservación y mejora de los tradicionales saberes griegos por parte de los árabes, en el siglo XII surge en Occidente una nueva corriente de pensamiento en torno a la dietética. Las fuentes de esta nueva corriente son las obras de los árabes Alí-Abbas, Rhazes, Avicena y Averroes y el judío Maimonides. En las obras de estos autores se recopilaba todo el saber médico griego fundido con el conocimiento médico tradicional árabe, y que fueron traducidas al latín y posteriormente al resto de lenguas cultas.

Los tratados de dietética medievales denominados en forma genérica *regimina sanitatis* estaban en su mayoría centrados en torno al precepto galénico de las *sex res non naturales* (seis cosas no naturales) que eran: aire-medio ambiente, comida-bebida, movimiento-reposo, sueño-vigilia, excreciones-secreciones y afecciones de ánimo. Estos seis entes son los que modifican al hombre y más concretamente a su salud, y son recogidos con ligeras modificaciones por la mayoría de autores árabes y judíos citados. Estas seis cosas no naturales en unión en cierta forma a los preceptos clásicos de compensación y conformidad, trataban de obtener un máximo de salud y perfección física, pero también espiritual, por lo que no se desligaban totalmente de su origen moral.

De entre estas seis cosas no naturales la que más nos interesa es la segunda comida-bebida. En esta época estaba en boga la concepción de los humores corporales, y por esto se clasificaba a la comida y bebida según al tipo de humor a que diera lugar en función de su ligereza o pesadez. A su vez la bebida era divida en tres grupos, la que sólo era bebida (el agua), la que era alimento (el vino) y la que era ambas cosas (hidromiel).

Se consideraba la comida como la reparadora del cuerpo y a la bebida como su vehículo a través del organismo. La bebida más importante era con diferencia el vino, el cual se recomendaba en sus diferentes variedades y con o sin la adición de agua, según la época del año y la complexión del individuo.

Los dos principios básicos que regían la ingestión de bebida y comida eran el de la necesidad (solo consumir lo que el cuerpo necesita y solo cuando le apeteciera) y el de la uniformidad (debía evitarse la excesiva variedad de manjares en la mesa pues estimulaba la sobreingestión y por tanto dificultaba una digestión armónica). El exceso en la comida y bebida se pensaba que producía enfermedad y vejez prematura, amén de ser uno de los siete pecados capitales, la gula, que era considerada como una forma de matarse lentamente, es decir, un suicidio por lo que se debería responder en el Juicio Final.

Como curiosidad podemos referir que dentro del 5º grupo de cosas no naturales (excreciones-secreciones), se encontraba el coito (como eliminación de semen), el cual en exceso era considerado pecado capital (lujuria), pero a su vez su defecto era considerado pernicioso al producir pesadez, dureza y sequedad al cuerpo y al espíritu.

1.4.4. Dietética en el mundo moderno

El pensamiento de *regimina vitatis* permaneció sin grandes variaciones hasta el siglo XVI, conservándose a partir de esta fecha en parte el espíritu de dicho pensamiento con ciertas modificaciones.

El concepto de la integridad del cuerpo durante el siglo XVII, era a partir del equilibrio de los cuatro humores básicos, como en épocas anteriores, aunque se estipulaba con la similitud del cuerpo humano y el universo, por lo que los cuatro humores se asimilaban a los principios empedocleicos (aire, agua, tierra y fuego). A todo ello se suma el calor vital y el húmedo radical, según los cuales el cuerpo permanecía vivo gracias al calor vital que se nutria del húmedo radical (como en una lámpara de aceite la llama se nutre del aceite). Para mantener el calor vital había que conservar el húmedo radical mediante su restitución a través de los alimentos, pero al ser todos ellos impuros, estas impurezas deterioraban la calidad del húmedo radical, por lo que se debían consumir sólo los alimentos menos impuros.

Un sentimiento resurgente en esta época es el de la autoimposición de la dieta, siendo claro defensor de esta política Torres Villarroel en su obra Vida natural y católica a mediados del siglo XVIII que indicaba que “eligiésemos por médico a la dieta y la templanza...”. Estas y otras afirmaciones fueron objeto de censura inquisitoria de su obra, pues también predicaba la autonomía del individuo frente a la ley o la iglesia (siempre desde un punto de vista religioso).

1.5. Importancia de la nutrición en el hombre

Sabemos que entre los seres vivos podemos distinguir los autótrofos de los heterótrofos, entre los primeros, las plantas transforman la energía solar en moléculas organizadas muy energéticas, en las que almacenan dicha energía. Sin embargo, los animales y entre ellos los seres humanos, pertenecientes al grupo de los heterótrofos no podemos hacerlo, por lo que nos aprovechamos del almacén de energía realizado por los vegetales (u otros animales) para conseguirnos nuestro propio aporte de energía y constituyentes materiales, que almacenamos en forma de nuevas moléculas propias organizadas.

Las necesidades materiales y energéticas de los animales son las que ocasionan una especialización de sus órganos para poder adquirir dicha moléculas estructurales o energéticas. Estos órganos han de poder transformar y vehicular las partes vegetales y animales que contienen dichas estructuras, en las moléculas más sencillas posibles para que puedan servir de elemento de construcción de las nuevas moléculas complejas. La especialización existente en los animales para obtener energía de otros seres vivos es lo que conocemos como aparato digestivo.

1.5.1. Hambre, apetito y saciedad

A pesar de que vivimos en una sociedad desarrollada y la ingesta alimentaria suele ser frecuente y abundante, todos hemos sentido alguna vez esa sensación de opresión gástrica intermitente en periodos de ayuno prolongado que inmediatamente asociamos a la idea de necesidad de comer. Debido a esta sensación, se pensó en un principio que el hambre era un proceso regulado por el estómago, el cual se contrae al permanecer durante mucho tiempo vacío. Sin embargo, los estudios realizados han demostrado que el estómago no es el órgano encargado de regular las sensaciones de hambre y saciedad (pues tampoco se suele comer nunca hasta llenar completamente el estómago), sino que son dos centros hipotalámicos los encargados de determinar, uno el estado de hambre (con su cortejo de signos) y otro la saciedad.

Estos centros reaccionan ante estímulos químicos de composición de la sangre y no a estímulos físicos del estómago.

Pongamos ahora otro caso, mucho más frecuente y es de las ganas imperiosas de comer un alimento concreto (habitualmente un dulce, golosina, o chocolate, pero también puede ser una fruta jugosa y una buen bocadillo de jamón). Esta necesidad es independiente del hecho de haga más o menos tiempo que hayamos ingerido alimento y por tanto de los niveles de nutrientes de nuestro medio interno. Por tanto, el concepto de apetito es diferente por completo del de hambre, ya que el apetito es una sensación psicológica relacionada con ciertos alimentos hacia los cuales se puede tener apetencia incluso estando saciados.

1.6. Principales nutrientes de los alimentos

Cualquier alimento, incluidos los más simples que podamos imaginar está constituido por una enorme cantidad de sustancias que al ser ingerido, serán vehiculadas a nuestro organismo. La variedad y cantidad de sustancias químicas distintas es prácticamente infinita, pero obviamente, tratamos de agruparlas en los tipos que son más habituales y tienen mayor interés para nuestra nutrición.

Se puede hablar de dos grupos de nutrientes principales en los alimentos:

- Los principios inmediatos.
- Los componentes minoritarios.

1.6.1. Principios inmediatos

En nutrición se denomina principios inmediatos a los grupos de sustancias químicas que componen mayoritariamente los organismos vivos y por supuesto los alimentos, que proporcionan un aporte energético variable, pero importante y cuya presencia es necesaria en los organismos para un correcto funcionamiento, pudiendo presentar de forma simultánea a la meramente energética, una función plástica.

Los principios inmediatos en nutrición se dividen en Hidratos de Carbono o Glúcidos, Lípidos o Grasas y Proteínas. Sus características bioquímicas y sus funciones metabólicas son muy distintas y se estudiaran en cada uno de sus apartados correspondientes. Existe una sustancia energética que en ocasiones puede aportar una cantidad considerable de la energía de la dieta, aunque no lo podemos clasificar como nutriente en sí, el alcohol, ya que aunque al metabolizarlo podemos utilizar su energía, el organismo lo trata como un tóxico que trata de eliminar (transformar) lo antes posible.

1.6.2. Componentes minoritarios

En cuanto a los componentes minoritarios, los podemos dividir fundamentalmente en compuestos inorgánicos y orgánicos, siendo los primeros elementos químicos cuya presencia en los organismos es necesaria, fundamentalmente para que se puedan producir determinadas reacciones bioquímicas.

Entre los compuestos minoritarios orgánicos, podemos distinguir aquellos que el organismo produce en cantidades suficientes o simplemente no tienen una utilidad crucial para el mismo, de aquellos otros compuestos que son fundamentales para el correcto desenvolvimiento orgánico y que sin embargo somos incapaces de sintetizar o lo hacemos en cantidades insuficientes para que sean eficaces en su funcionalidad. Estamos hablando de las vitaminas, que son sustancias complejas que, aunque como toda molécula poseen una capacidad energética, el organismo no saca partido de la misma, siendo su función principal, al igual que los minerales, que se produzcan determinadas reacciones bioquímicas en el organismo que sin su presencia no podrían producirse.

1.6.3. Agua y fibra dietética

Entre los nutrientes principales, según la definición de nutrición podríamos incluir también el agua, aunque no presente ni poder energético ni se pueda incluir como minerales o vitaminas. No obstante el agua es esencial para la vida y para que se produzca la absorción de nutrientes. Es el constituyente más abundante del organismo y habitualmente también en los alimentos.

Por último, la fibra dietética es un componente de algunos alimentos (de origen vegetal) que el aparato digestivo humano no tiene capacidad para absorberlo al no estar dotado en arsenal enzimático humano de las enzimas que puedan desdoblarlo. Obviamente no puede ser considerado como nutriente, y de hecho durante muchos años se consideró un antinutriente, es decir un compuesto que no era deseable en la dieta. No obstante y desde la década de los setenta, la fibra dietética ha cobrado un gran protagonismo en la nutrición moderna, por lo que se considera un constituyente necesario en la dieta.

1.7. Composición corporal

Si bien la composición del cuerpo humano está formada por los mismo constituyentes que los alimentos, la proporción en ambos puede diferir notablemente. En el mismo sentido, la proporción de nutrientes en el cuerpo humano no guarda relación con las cantidades que a diario se necesita aportar de ellos en la dieta.

En orden cuantitativo de importancia debemos citar el agua como el componente más abundante (65-70% del peso corporal), aunque esta proporción varía en función de otro componente importante de nuestra constitución anatómica que es la grasa (15-40%). La relación entre ambas sustancias es inversamente proporcional en porcentaje, de tal forma que cuando aumenta el porcentaje de grasa corporal el resto de componentes han de disminuir y el que más lo acusa es el mayoritario, es decir el agua. Esto no significa que un ser humano pueda disminuir su contenido hídrico sin repercusiones. Se considera que una pérdida de un 10% del agua corporal (obviamente sin que varíe el componente graso) puede ser letal. No así la grasa que puede disminuirse hasta llegar a tener tan solo 1 Kg de grasa sin que se comprometa la vida por esta pérdida concreta.

Otro componente importante en nuestro organismo son las proteínas (15-25% del peso corporal). De igual forma que en el caso de la grasa, mermas de unos 2 Kg. en individuos normales (unos 11 Kg. de proteína en el cuerpo) puede acarrear graves trastornos.

Los hidratos de carbono son escasos en nuestro cuerpo, siendo las reservas máximas en torno a 1 kg, pudiendo reducirse a tan solo 200g en ejercicios extenuantes y prolongados, nivel mínimo que suele ser repuesto a partir de grasas y proteínas corporales en caso de que la ingesta de glúcidos sea escasa o nula, aunque con unas consecuencias más o menos graves según el tiempo que privemos al cuerpo de dicha ingesta.

1.8. Recordatorio del proceso del acto alimentario

El acto alimentario es un proceso complejo y continuo que implica la participación de diferentes estructuras anatómicas perfectamente coordinadas y autorreguladas en su funcionamiento.

Con fines didácticos iremos abordando cada una de las fases del proceso digestivo de forma aislada y pormenorizada. En cada una de las fases haremos énfasis en las implicaciones nutricionales que tienen las mismas.

1.8.1. Digestión gástrica

El estómago está compuesto por tres partes fundamentales, la región del cardias, el fundus y la región pilórica.

La penetración del bolo alimenticio en el estómago está mediada por el cardias. Realmente esta válvula no tiene una función de regular la entrada de alimento en el estómago, sino todo lo contrario, es decir, evitar que el alimento que ha penetrado pueda regresar al esófago.

Al entrar en el estómago, el bolo se sitúa hacia el centro de la masa que allí existe (estando el alimento más antiguo en la periferia). Mediante esta disposición el alimento que llega antes es el primero en ser atacado por el jugo gástrico en tanto que el último alimento ingerido permanece en el centro a pH más elevado y por tanto aun bajo la acción de la amilasa salivar.

Se comenta que la fruta debe ingerirse antes de la comida, supuestamente para evitar de esta forma que pueda ser atacada por la amilasa salivar, recordemos que actuaba a pH neutro, y al estar en la periferia al entrar primero, el pH ácido la inactivaría y esto presuntamente produce un despilfarro energético que permite adelgazar. Realmente el efecto adelgazante es por consumir un alimento poco calórico y muy volumétrico que sacia pero no aporta apenas energía.

La digestión gástrica es un fenómeno provocado por el estómago mediante dos acciones principales: la actividad secretora y la motilidad (favoreciendo a la primera y regulando el tránsito de los alimentos).

La acción motora del estómago fragmenta la masa alimenticia y simultáneamente la hace progresar hacia el píloro, por donde va siendo evacuada en pequeñas cantidades, cuando el grado de fraccionamiento es adecuado.

El tiempo que permanece el alimento en el estómago depende de la composición del mismo, estimándose por término medio de 2 a 4 horas y media. Los líquidos suelen permanecer poco tiempo en el estómago, seguidos en velocidad por hidratos de carbono, proteínas y por último la grasa y sustancias no digeribles, que pueden permanecer durante mucho tiempo en el mismo. Salvo la leche, ningún líquido produce digestión gástrica en sí, ya que no requieren el concurso del jugo gástrico y su textura permite su evacuado fácilmente.

La leche (y los yogures líquidos) producen digestión porque en contacto con la renina producida en las paredes del estómago, coagula (se forma cuajada en nuestro estómago) lo que requiere un proceso mecánico y enzimático para que pueda ser evacuada del estómago. Esto debe de tenerse en cuenta para deportistas que realizan actividades en los que la ingesta de leche puede perjudicar a su actividad, debido a este costoso proceso de digestión de los lácteos.

La secreción gástrica contiene dos grupos principales de compuestos, por una parte el ácido clorhídrico, y por otra las enzimas digestivas.

El volumen de la secreción gástrica se encuentra entre los 2.5 y los 3 litros diarios.

La segregación de ácido clorhídrico se produce a una concentración constante, existiendo un efecto neutralizador por parte de algunas células de la mucosa digestiva que se realiza en una segunda fase.

La principal enzima producida en la secreción gástrica es la pepsina, la cual se activa en el estómago a pH ácido a partir del pepsinógeno (realmente son varias sustancias o fracciones). Su función es proteolítica. Otras enzimas presentes en el estómago son la renina (coagula la leche) y la lipasa gástrica.

En la secreción gástrica se encuentran también mucoproteínas (protegen las células de la pared gástrica) y el factor intrínseco. El factor intrínseco no interviene en la digestión, pero en unión a la proteína R de la saliva protegen a la vitamina B12 del jugo gástrico para facilitar su absorción posterior en el duodeno y yeyuno una vez liberadas de la proteína R.

Este proceso es crucial para una correcta absorción de la vitamina B12.

1.8.2. Intestino delgado

El intestino delgado es un tubo de unos 5 m de longitud (de 3 a 8 m) que une el estómago con el colon. Su primera porción es el duodeno de unos 25 cm de largo. El resto está formado por el yeyuno e íleon (aunque la diferencia entre ambos no es fácil de apreciar).

Para aumentar la superficie de absorción existen unas válvulas conniventes que aumentan entre 3 y 10 veces la superficie interna intestinal.

Además cada válvula presenta vellosidades que aumentan de 10 a 20 veces la superficie de las válvulas. Estas estructuras hacen que la superficie del intestino pase de 8 cm^2/cm a 250 cm^2/cm.

Es fundamental este replegamiento interno del intestino delgado para poder aumentar su superficie, ya que todo el proceso de absorción se produce a través de dicha superficie. Pensemos que para poder tener igual superficie siendo la parte interna del intestino totalmente lisa, debería o ser 30 veces más largo, o bien el transito 30 veces más lento, lo que, en cualquier caso, no sería compatible con nuestra forma de vida.

Al intestino llega una masa alimenticia semidigerida que recibe el nombre de quimo.

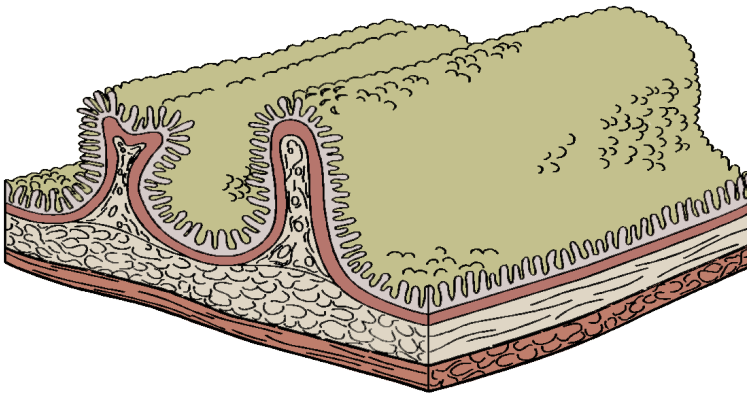


Figura 1.1. Intestino delgado.

1.8.3. Enzimas intestinales

Aunque la misión fundamental del intestino delgado es la absorción, cuenta también con un arsenal enzimático que junto al procedente de las glándulas anejas (páncreas e hígado) tienen como misión descomponer las moléculas complejas en otras más simples para facilitar o posibilitar su absorción.

Dividiremos con fines didácticos las enzimas intestinales según el sustrato sobre el que actúen.

Enzimas para digerir hidratos de carbono

Para la digestión de los hidratos de carbono existen dos tipos fundamentales de enzimas: las y β sacaridasas. Entre las primeras encontramos las -glicosidasas como las disacaridasas que digieren disacáridos (maltosa, isomaltosa, sacarosa y trehalosa), y la oligosacaridasa que digiere oligosacáridos. Entre las del grupo β la principal es la lactasa.

Las del grupo se localizan en la membrana, en tanto que las del grupo ß suelen localizarse en citoplasma o en los lisosomas, excepto la lactasa que se localiza también en membrana.

El aparato digestivo humano cuenta con muy pocas ß sacaridasas, por lo que es incapaz de digerir la fibra dietética donde abundan los enlaces ß. No obstante la microflora presente en el colon, como veremos si producen este tipo de enzimas por lo que parcialmente la fibra dietética puede ser digerida a ese nivel.

Incluso la lactasa que es una β sacaridasas, no suele tener una funcionalidad total en muchas personas adultas y algunos niños, por lo que se produce el fenómeno de la intolerancia a la lactosa que se estudiará en la unidad dedicada a los glúcidos.

Enzimas para digerir proteínas

En la membrana celular, concretamente en el ribete en cepillo, se encuentran algunas peptidasas que descomponen las proteínas en aminoácidos para su tránsito. Entre ellas destacamos las α-aminopeptidasas (cortan secuencialmente péptido a péptido a partir de un extremo N-terminal), γ-glutamil transpeptidasa y la enteropeptidasa (que activan las enzimas proteolíticas del páncreas). Estas últimas son fundamentales, ya que donde realmente radica la capacidad proteolítica es en las enzimas procedentes del páncreas, para lo cual previamente deben ser activadas mediante la enteropeptidasa.

1.8.4. Páncreas

El páncreas, además de sus funciones endocrinas (se estudiarán en la unidad dedicada a los glúcidos digeribles), desarrolla una función primordial en la digestión de los alimentos en el intestino, con la secreción del jugo pancreático.

La secreción de jugo pancreático se lleva a cabo en el duodeno.

El jugo pancreático está compuesto:

- Agua (98%).
- Cationes y aniones.
- Proteínas: el 90% son enzimas.

Dada la importancia que tienen las enzimas pancreáticas, indicaremos los tipos principales, sin entrar en mucho detalle de su funcionalidad, que habitualmente por el propio nombre queda explícita:

- Enzimas lipolíticas.
  - Lipasa y colipasa.
  - Carboxílico éster hidrolasa.
  - Fosfolipasa.
- Enzimas proteolíticas.
  - Endopeptidasas.
  - Tripsina.
  - Quimiotripsina.
  - Elastasa.
  - Colagenasa.
  - Calicreina.
  - Exopeptidasas.

- Carboxipeptidasas A y B.
- Leucin-aminopeptidasa.

- Enzimas nucleolíticas.
  - Ribonucleasa.
  - Desoxirribonucleasa.
- Enzima glucolítica.
  - α-Amilasa.
  - Inhibidores pancreáticos.

La proporción de cada una de las enzimas en el jugo pancreático depende del tipo de dieta consumida.

Los mecanismos de regulación se basan en la presencia de los propios compuestos de degradación (péptidos, hidratos de carbono o lípidos) en la corriente sanguínea durante la digestión, que provoca que la secreción pancreática se intensifique en un tipo u otro.

Las enzimas mencionadas, sobre todo las proteolíticas no llegan al duodeno en forma activa, sino como cimógenos que son activados por activadores específicos o por las propias enzimas activas una vez liberadas de los activadores (como la tripsina). Es decir, algunas de las encimas son activadas por la enteropeptidasa y otras son activadas por otras enzimas pancreáticas previamente activadas.

1.8.5. Hígado

El hígado, además de las funciones hemáticas y catalíticas, presenta una actividad exocrina relacionada principalmente con la digestión de las grasas, mediante la secreción de bilis.

Hay que tener en cuenta que el término “exocrino” hace referencia a que produce su efecto “fuera” del organismo. Esto puede no quedar claro a menos que entendamos que el interior del tubo digestivo es una continuación del exterior del individuo. Realmente, deberíamos entender nuestro tubo digestivo como el agujero de una longitud enorme de un gran donut que es nuestro cuerpo.

La bilis está producida por los hepatocitos y es segregada en los canalículos biliares que forman éstos. De estos se desprende que la bilis no es el resultado de un proceso de filtración, sino de una autentica elaboración.

La bilis se almacena en la vesícula biliar durante el reposo digestivo, la cual se vacía gracias a la acción de la hormona colecistocineína, que se produce en la mucosa entérica en presencia de lípidos. Existe también una evacuación nerviosa de la vesícula biliar de menor importancia (pero muy importante en procesos de estrés).

La bilis tiene una función emulgente, ocasionado la disgregación de las micelas grasas, facilitando de esta manera su absorción intestinal.

La disgregación de las gotas de grasa por la emulsión aumenta la superficie de la gota lo que permite una mejor actuación de las lipasas que son vehiculadas por medio acuoso y actúan principalmente en la interfase lipídico-acuosa.

Como ejemplo del efecto de aumento de superficie por disgregación pondremos un cubo de 1cm de lado. Su volumen es 1cm^3 y su área 6 cm^2. Si partimos el cubo por la mitad en el centro de una de sus caras, para el mismo volumen (1cm^3) tendremos 2 cm^2 más (8 cm^2) y así cada vez que lo partamos en dos.

Composición de la bilis

La bilis es una solución formada por un 90-95% de agua, con electrólitos y compuestos orgánicos. Estos compuestos orgánicos fundamentalmente son bilirrubina, ácidos biliares, colesterol y fosfolípidos. El colesterol (hidrófobo), está en forma de micelas con los fosfolípidos y los ácidos biliares (y probablemente la bilirrubina).

Los electrólitos están prácticamente a la misma concentración que los plasmáticos a excepción de algunos.

Los ácidos biliares son los responsables del proceso de secreción de la bilis, al producir su excreción activa por parte de los hepatocitos, un gradiente de osmolaridad que facilita la salida de agua, sobre la que se vehiculan el resto de compuestos. Los electrólitos (sobre todo sodio, bicarbonato y calcio) también parecen ser excretados de manera activa favoreciendo el gradiente osmolar, siendo su concentración proporcional a la de ácidos biliares. A esta acción de aumentar el gradiente osmolar y facilitar la producción de bilis se le llama efecto colerético.

1.8.6. Absorción intestinal

La función principal del intestino es la absorción de agua y nutrientes, pero no todos ellos se absorben a la misma velocidad, ni en idénticas condiciones, siendo el agua el nutriente que más rápido se absorbe y en mayor cantidad, estando el máximo teórico en 18 litros/día.

La glucosa tiene máximos diarios de más 3,5 Kg., en tanto que difícilmente podríamos absorber más de 600g de aminoácidos o 700g de grasa.

En el extremo opuesto nos encontramos con sustancias como la vitamina B12. (1 µg/día) o el hierro (12 mg/día).

Un caso peculiar es el del colesterol cuyo nivel máximo de absorción diaria sería de unos 4g, pero que a partir de 0.5g el grado de absorción es bastante menos eficaz, lo que puede repercutir en las pautas terapéuticas a la hora de hacer recomendaciones de alimentos que lo contienen.

Las moléculas lipídicas son absorbidas con mayor facilidad por parte de las células intestinales, al ser la membrana de éstas también de una estructura lipídica. Los lípidos en el tubo digestivo se organizan en micelas o gotas de grasa cuya disgregación facilitan las sales biliares.

Los hidratos de carbono y proteínas no son solubles en la membrana celular por lo que su incorporación ha de realizarse por un sistema de transporte. En cambio, no existe ningún problema para su solubilidad en la luz intestinal.

Para el paso de las sustancias hidrosolubles existen en la membrana lo que se conoce como poros, que permiten el paso, o no, de sustancias en función de su tamaño y carga eléctrica.

Absorción de electrólitos

Para la incorporación de sodio al organismo existen en las membranas laterales y basales de las células intestinales, lo que se conoce como bombas de sodio que expulsan hacia los intersticios celulares el sodio que existe en el interior de la célula, penetrando éste desde la luz intestinal por difusión simple. El resto de electrólitos penetran por difusión, en función del gradiente creado por el sodio.

Absorción de moléculas hidrosolubles no cargadas

La difusión de algunos aminoácidos y hexosas se realiza en función de su gradiente (de donde están más concentrados a donde están más diluidos) a través de los poros de la membrana celular, siempre que su tamaño lo permita. Además de esta vía, existen transportadores específicos en la membrana para hexosas y aminoácidos concretos. Lo que hace funcionar estos transportadores específicos es precisamente el gradiente de sodio creado entre el exterior e interior de las células.

Absorción de lípidos

La absorción de lípidos a través de la membrana externa, es un proceso puramente de difusión de gradientes, facilitados por la lipofilia de la membrana celular. Una vez los monoglicéridos y ácidos grasos están en el interior de la célula, existe una captación de los mismos por el retículo endoplásmico, donde se resintetizan los triglicéridos, que se unen a fosfolípidos, colesterol y proteínas para formar los quilomicrones que salen por las paredes laterales de la célula.

Absorción de aminoácidos y pétidos

La absorción de aminoácidos se realiza en dos formas, la primera es una absorción activa poco específica de péptidos de cadena corta, y por otra la absorción de aminoácidos que se lleva a cabo por cuatro mecanismos diferentes, según la carga eléctrica de los mismos.

Las proteínas completas no pueden ser absorbidas, salvo durante la primera fase de la época de lactante, donde las inmunoglobulinas de la madre pasan en forma de calostro al lactante para producir inmunidad pasiva. Conforme va creciendo el niño, el intestino va madurando e impidiendo progresivamente el paso de proteínas que en caso de seguir penetrando se comportarían como alérgenos.

1.8.7. Intestino grueso

El colon discurre desde la válvula ileocecal al canal anal. Su longitud es de 1.20 m y un diámetro de 7 cm en el ciego y de 3 a 4 cm en el colon izquierdo. La superficie interna

del colon no es vellosa como la del intestino delgado, sino lisa y en ella se encuentran las glándulas de Lieberkühn.

En esta zona del aparato digestivo es donde se forman las heces. En el ciego se procede la digestión parcial de la celulosa por parte de microorganismos allí presentes, generándose ácidos orgánicos, CO2 y H2. También se forma urea y amoniaco.

Las sales biliares por efecto de estos microorganismos son transformadas en ácidos biliares secundarios, la bilirrubina en urobilinógeno y urobilina que colorean de marrón las heces.

En el ciego y colon derecho e izquierdo se reabsorbe una elevada proporción de agua (1 L /día), de sodio, de cloruros y bicarbonatos, en tanto que el potasio no se absorbe. Se producen algunos ácidos orgánicos (que pueden ser absorbidos a este nivel) y amoniaco.

1.9. Biodisponibilidad

Por biodisponibilidad se entiende el grado de utilización de los distintos nutrientes que el organismo puede realizar. Habitualmente se emplea el término biodisponibilidad en nutrición para referirnos al porcentaje de un determinado nutriente presente en un alimento, que un organismo es capaz de absorber, pero, obviamente, esta simplificación no debe realizarse, pues la biodisponibilidad puede producirse también en la distribución, almacenamiento, utilización y excreción del nutriente.

El grado de biodisponibilidad varía con numerosos factores. Hemos de partir de la base de que la biodisponibilidad es diferente dependiendo del nutriente de que se trate, ya que el grado de absorción está en función de los mecanismos que posee el organismo para incorporarlos. Por tanto, independientemente de los factores que puedan afectarlos, los grados de biodisponibilidad de los diferentes nutrientes suele ser totalmente distinto y específico para cada uno de ellos dentro de unos límites propios.

En cada nutriente se pueden distinguir tres grupos de factores que pueden afectar su biodisponibilidad:

- Factores dietéticos.
- Factores fisiológicos.
- Factores individuales.

1.9.1. Factores dietéticos

Son los que se refieren a los efectos que se puedan producir sobre los nutrientes en los propios alimentos o durante el proceso digestivo.

Cantidad total del nutriente en la ingesta

En ocasiones una elevada concentración del nutriente en la ingesta produce un descenso de su absorción (al menos porcentualmente).

Por ejemplo: en una leche fortificada con calcio, el porcentaje de calcio absorbido, respecto al que contiene la leche, es menor que en una leche normal, ya que los canales de absorción tienden a saturarse. No obstante, en cantidades absolutas lógicamente la cantidad total absorbida es mayor al ser el gradiente más elevado entre fuera y dentro del enterocito.

Forma química del compuesto

No todas las formas químicas de los nutrientes tienen idéntica capacidad de ser absorbidas por el organismo. Habitualmente las formas orgánicas son mejor asimiladas que las inorgánicas, y existen para determinadas formas concretas mecanismos específicos de absorción.

El ejemplo más típico es el del hierro, cuya forma orgánica, denominado “hemo” es más biodisponible y se ve menos afectada por factores externos, que la forma inorgánica. Esta forma “hemo” es exclusiva de los tejidos animales.

Interacciones dietéticas

Otros componentes de la ingesta pueden afectar al grado absortivo de los nutrientes. La forma en que lo realizan es muy variado dependiendo del nutriente y el componente o componentes concretos, pero en líneas generales podemos hablar de competencia por los lugares activos de absorción, desnaturalización o inactivación de nutrientes, quelación, modificaciones del medio que potencian o inhiben la absorción, absorciones asociadas, etc.

Los ejemplos aquí son muy variados: el ácido ascórbico favorece la absorción de hierro. El ácido fólico y el cinc se inhiben mutuamente en la absorción. La vitamina E, preserva de la oxidación a la vitamina A, etc.

1.9.2. Factores fisiológicos

Estos son factores generales que afectan a la capacidad que tiene el individuo de utilizar los nutrientes y que obedecen a causas fisiológicas o en algunos casos patológicas.

Estado de desarrollo fisiológico

A lo largo de la vida del individuo el grado de absorción de nutrientes varía siendo habitualmente máximo, en líneas generales para todos los nutrientes, durante el periodo de crecimiento.

Estatus nutricional

En estados de penuria nutricional la capacidad absortiva de numerosos nutrientes se magnifica enormemente por parte del organismo.

Estado de salud

Si el estado de salud no es el óptimo pueden modificarse los grados absortivos de los diferentes nutrientes, siendo lo más habitual un detrimento de la capacidad de absorción y utilización de nutrientes sobre todo si la patología afecta al aparato digestivo.

Gestación o lactación

Habitualmente la gestación y lactancia incrementan la capacidad de absorción de numerosos nutrientes, como mecanismo fisiológico para abastecer correctamente al feto.

Adaptabilidad a cambios en la dieta

Ante cambios en la dieta los grados absortivos pueden variar hasta adaptarse a la nueva situación. Es habitual que ante un cambio la capacidad de utilización de nutrientes se disminuya, lo cual suele quedar restablecido al cabo de un periodo de tiempo de entre 4 y 6 semanas.

Factores individuales

Estos son factores particulares del individuo, aunque en algunos casos pueden relacionarse con los factores fisiológicos. Entre los más destacados están el sexo, la raza, la realización de actividad física elevada, o la edad avanzada.

1.10. Contenido energético de los alimentos

Todos estos tipos de energía son obtenidos a partir de la energía química contenida en los enlaces de moléculas de los nutrientes de los alimentos (glúcidos, grasa y proteína), que son rotos o degradados mediante complejas reacciones químicas de oxidación, con participación del oxígeno del aire respirado, para la liberación de esta energía. Estas reacciones tienen lugar en todas las células del organismo y uno de los compuestos resultantes de mayor interés es el ATP (adenosín trifosfato), puesto que representa el substrato energético más importante del organismo humano, a partir del cual se obtiene las distintas energías necesarias para el funcionamiento de los diferentes sistemas y órganos. El ATP también es llamado "moneda energética" puesto que es un compuesto que posee enlaces fosfato-fosfato muy ricos en energía y constituye probablemente las únicas fuentes energéticas de disponibilidad inmediata, gracias a su transformación en ADP, cediendo energía.

Destacamos la importancia de la energía en la nutrición, como la última causa y fundamental de la nutrición tal y como la conocemos. El motivo de que los organismos se nutran es para mantener o aumentar su orden interno, lo cual necesita energía, y en segundo término para aumentar o remplazar los elementos plásticos de su estructura.

También recordaremos que el hombre es un ser heterótrofo, es decir que no puede obtener su energía directamente de la transformación de la energía solar, si no que ha de consumir otros seres vivos que le aportan los elementos plásticos y energéticos indispensables.

El contenido energético total de una sustancia suele medirse en kilocalorías (kcal) o en kilojulios (kj), la primera forma es la más usual en nutrición, si bien la unidad oficial es el julio que fue adoptado como unidad internacional de energía y trabajo (Système international d'Unités -SI-), y la forma de transición de unas unidades a otras es multiplicando kcal por 4.128, y en forma contraria multiplicar kj por 0.2422.

La definición de caloría es la cantidad de calor que hay que aportar a un mililitro de agua para aumentar un grado Celsius su temperatura. Por tanto una kcal es la cantidad de calor que hay que aportar a 1 L. de agua para aumentar un grado Celsius su temperatura. La elevación de la temperatura se suele tomar entre 14.5°C y 15.5°C.

1.10.1. Aporte energético de los principios inmediatos

Ya hemos indicado que los alimentos que consume el hombre contiene energía, y a lo largo del estudio de los diferentes nutrientes hemos indicado cuales tienen poder energético y cuáles no lo tienen, y en este sentido hemos indicado que aunque existen otros nutrientes con poder energético, solo consideramos por su contribución a la ingesta calórica tres grupos de nutrientes que denominamos como principios inmediatos: hidratos de carbono, lípidos y proteínas.

El aporte energético de estos tres grupos de nutrientes no es idéntico, los hidratos de carbono y proteínas se considera que aportan aproximadamente 4 Kcal/g, en tanto que los lípidos aportan unas 9 Kcal/g. Esta diferencia de poder energético se ha atribuido al diferente grado de oxigenación que presentan las moléculas de hidratos de

carbono o proteínas con respecto a los lípidos. Según esto, los lípidos al estar menos oxigenadas posibilitan un mayor poder energético en su oxidación. En resumidas cuentas, y explicado de manera coloquial, la grasa engorda más por su mayor aporte calórico en contra de la proteína y los hidratos de carbono.

Los valores indicados como promedio energético de los distintos principios inmediatos son los denominados números de Atwater, un redondeo de los valores reales que son los que indicamos en la tabla. Algunos autores utilizan para los glúcidos el valor de 3.75 y/o 9.30 para lípidos en lugar del redondeo para conferir una mayor precisión. La diferencia entre los valores energéticos en proteínas "in vitro" e "in vivo" se deben fundamentalmente a las pérdidas por orina de urea y en menor medida amoniaco que presentan valor energético como será comentado más adelante.

KCAL/G	IN VITRO	IN VIVO	ATWATER
Glúcidos	3.74-4.30	3.7-4.1	4
Lípidos	9.50	9.30	9
Proteínas	5.4	4.2-4.3	4

Figura 1.2. Tabla 1. Aporte energético de los principios inmediatos.

1.10.2. Calorimetría

Para la determinación del aporte energético de los alimentos y valoración del gasto energético en el hombre existen varias técnicas. Entre ellas debemos clasificarlas según la forma de obtener el valor energético sea directamente o a través de un derivado de su contenido energético, respectivamente estamos hablando de calorimetría directa e indirecta.

Calorimetría directa

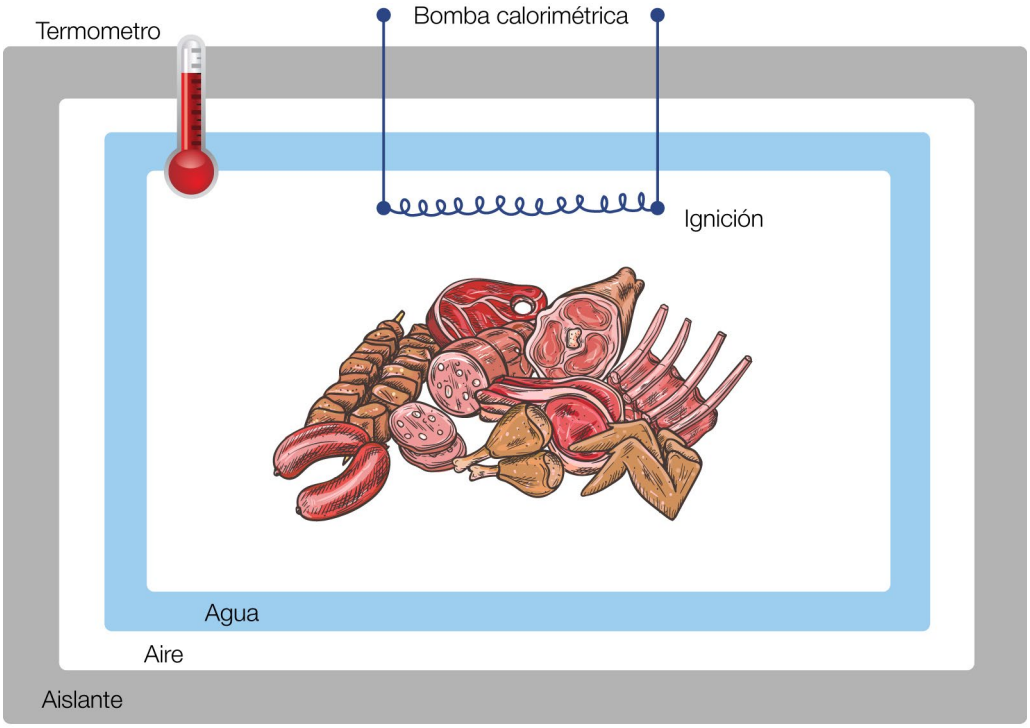
Los alimentos que consume el hombre aportan una cierta cantidad de energía que según la ley de Hess será idéntica, independientemente del modo en que se libere, dependiendo exclusivamente de la sustancia original y del producto o productos resultantes.

Por tanto para determinar la cantidad total de energía que aporta un alimento podemos recurrir al aporte total de energía que se obtiene usando una bomba calorimétrica (oxicalórica) en la que se produce la combustión física total de los nutrientes, con el consiguiente consumo de O_2 y liberación de CO_2.

La energía calorífica que se libera de esta combustión puede ser medida, siendo la energía total de ese alimento, y teóricamente ha de ser igual a la producida en los fenómenos metabólicos de oxidación de esos mismos alimentos en un organismo vivo, según la ya enunciada ley de Hess.

Sin embargo, la transformación de alimentos en energía en el organismo, no puede realizarse de forma tan brusca como en una bomba calorimétrica, necesitando una serie de mecanismos que modulen la liberación de dicha energía. Además el grado de

aprovechamiento energético no resulta eficaz al 100% para el organismo, ya que parte de la energía se desprende en forma de calor y sólo aproximadamente el 40% de esa energía es aprovechable y se conserva en forma de enlaces fosfato (muy energéticos).



$$\text{Alimento} + O_2 \dashrightarrow CO_2 + H_2O + \text{Calor}$$

Figura 1.3. Bomba calorimétrica.

En el metabolismo de hidratos de carbono y grasas, la totalidad de la molécula se transforma en CO_2 y H_2O. Sin embargo, en el metabolismo de las proteínas el rendimiento energético es inferior ya que no se metabolizan totalmente, siendo los productos del mismo, urea y amoniaco, los cuales poseen aun algo de energía, que el organismo humano no descompone.

Otro factor a tener en cuenta a la hora de valorar energía suministrada por un alimento al organismo es su digestibilidad, que suele ser de un 95% en energía, pero puede oscilar por determinadas circunstancias.

Calorimetría indirecta

El método clásico se basa en el consumo de O_2 a partir de los nutrimentos básicos. Los hidratos de carbono, por ejemplo, necesitan un menor consumo de O_2 que los lípidos al estar las moléculas de éstos menos oxidadas. Las proteínas requieren un consumo de O_2, algo superior al de los hidratos de carbono.

Existe una relación entre las necesidades en O_2 para el metabolismo de una molécula y la energía liberada por la misma, esta relación prácticamente constante es de entre 4.5 y 5.0 kcal/L O_2.(Tabla 2)

El CO_2 liberado en la combustión no guarda una relación tan directa con la energía liberada, aunque también puede utilizarse en calorimetría indirecta (Tabla 2).

Para un cálculo más preciso del consumo energético y sobre todo para determinar la proporción de nutrientes metabolizados podemos utilizar el "cociente respiratorio" (RQ), el cual se obtiene como CO_2/O_2.

El RQ es aproximadamente 1.0 para hidratos de carbono (la cantidad consumida de O_2 es similar a la producción de CO_2), sobre 0.7 para grasas, y de 0.8 para proteína.

	GLÚCIDOS	LÍPIDOS	PROTEÍNAS
O2 consumido (L/g)	0.75-0.83	2.03	0.97
CO2 producido (L/g)	0.75-0.83	1.43	0.78
RQ (CO_2/O_2)	1.00	0.70-0.71	0.80-0.82
Kcal /L O_2 consumido	5.0	4.7	4.5
Kcal /L CO_2 producido	5.0	6.6	5.6

Figura 1.4. Tabla 2. Relación de O2 y CO2 con el gasto energético de los principios inmediatos.

A partir de este RQ podemos determinar la proporción entre hidratos de carbono y grasas, si partimos de que el consumo de proteínas es de solo un 12% del contenido calórico total de la dieta. Sin embargo en este cálculo partimos de valor constante de consumo de proteínas que no es totalmente cierto. Para el cálculo de utilización de proteínas en el metabolismo corporal, hemos de multiplicar el N total excretado por 6.25, lo que nos indica la cantidad de proteína consumida. Multiplicando el valor obtenido por 0.97 se obtienen los litros de O_2 consumidos para su combustión, y si es por 0.78 la producción en litros de CO_2. Restando los litros de O_2 y CO_2 consumidos del total, se puede calcular un RQ, mucho más preciso, y que se llama RQ corregido.

Por supuesto que los volúmenes de O_2 y CO_2, han de controlarse continuamente por un periodo de tiempo elevado (varias horas). En personas que consumen mucho alcohol (etanol), los cálculos de RQ pueden dar lugares a error al ser el etanol un compuesto muy energético (7 kcal/g).

1.11. Necesidades energéticas del cuerpo humano

Podemos hablar de tres factores principales que condicionan las demandas energéticas: el metabolismo basal, la actividad física y el efecto térmico. A estos factores podríamos añadirle un cuarto en el caso del crecimiento, gestación o lactación, y con menor incidencia un quinto factor ocasionado por la biodisponibilidad de los alimentos, y la capacidad individual para asimilar los nutrimentos.

1.11.1. Metabolismo basal

Se entiende por metabolismo basal, la actividad metabólica que se precisa para el mantenimiento de la vida y de las funciones fisiológicas del individuo, en condiciones de reposo (no en el sueño). Se cuantifica midiendo el consumo de oxigeno (así como la producción de CO_2 y la excreción de N) en una persona despierta, en reposo completo en una atmósfera con temperatura neutra (20°C), después del ayuno nocturno. Tal determinación constituye el metabolismo basal expresándose en kcal/h/Kg de peso corporal. Este metabolismo basal está relacionado en los adultos con la masa magra corporal (peso corporal menos peso de vísceras y menos peso de grasa), ya que el tejido adiposo presenta una actividad metabólica prácticamente nula (es fundamentalmente grasa).

Factores que afectan al metabolismo basal

Uno de los factores más conocidos es el sexo, resultando un 10% más bajo el metabolismo basal en mujeres que en hombres, al tener éstas mayor porcentaje de grasa corporal.

- La gestación produce un aumento del metabolismo basal debido a la formación de nuevos tejidos del neonato, aunque el de la madre es más bajo.
- La lactación también hace aumentar el metabolismo basal en aproximadamente 120 Kcal por cada 100 ml de leche, lo que supone en una lactación normal unas 900 Kcal/día.
- El metabolismo basal varía también con la edad, siendo máximo sobre los 4-5 años, edad a partir de la cual empieza a descender hasta hacerse más o menos constante hacia los 20 años.
- El sueño hace descender aproximadamente un 10% el metabolismo basal.
- Los estados febriles y las infecciones en general también producen un aumento del metabolismo basal, aunque se suele compensar en el balance energético total por la normal reducción en la actividad física.
- La climatología también puede influir sobre el metabolismo basal, ya que se definió para un ambiente neutro. Por cada grado que se superen los 30°C supone un incremento del metabolismo basal de hasta un 5%. Pero también el frío aumenta el metabolismo basal, debido a la necesidad de mantener la temperatura corporal constante, aumentando también el gasto energético por el ejercicio físico debido al aumento de peso que se produce por la ropa de abrigo.

- La actividad hormonal puede producir aumentos o descensos del metabolismo basal, con intervalos de hasta un 50% por ejemplo entre hipo e hipertiroidismo.

Por último, podemos resaltar que el metabolismo basal no es idéntico en todos los órganos del cuerpo, por ejemplo el cerebro e hígado lo tienen muy alto consumiendo el cerebro, con un 4% del peso corporal, aproximadamente el 44% del O2, y el hígado del 18 al 22%. Sin embargo, la musculatura que supone un 40% del peso corporal sólo consume un 25% de O2 en condiciones de reposo.

Cálculo del gasto energético basal

De entre las formas de cálculo del metabolismo basal, la más frecuente suele ser a partir del peso o superficie corporal, teniéndose en cuenta en algunos casos la talla y edad del individuo.

El método más sencillo es utilizar los valores de 1.0 y 0.9 kcal/h/Kg de peso corporal en hombres y mujeres respectivamente, aunque existen métodos más precisos pero que a penas son usados.

1.11.2. Actividad física

La determinación del consumo energético por la actividad física realizada es muy difícil de establecer de forma teórica, pues si bien existen tablas de requerimientos energéticos en función de la actividad física, no es fácil que el individuo asigne de forma exacta el tiempo que dedica a cada actividad, existiendo normalmente sobrevaloraciones de tiempo y por tanto de gasto energético. Por otra parte, este tipo de tabla no es más que una orientación, ya que el gasto energético por actividad física depende entre otros factores de la acomodación del individuo a esa actividad física. Por ejemplo, un corredor de 100 metros lisos es posible que consuma menos energía en una carrera que un individuo de vida sedentaria que corre para coger el autobús.

La forma práctica más fácil de determinar el gasto por ejercicio físico es mediante respirómetros, que nos dan el consumo de O_2 y la producción de CO_2, a partir de los cuales podemos determinar el consumo energético.

Sirva como ejemplo esta tabla de gasto calórico según tipo de actividad:

TIPO DE ACTIVIDAD	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	KCAL./HORA (HOMBRE TIPO)	EJEMPLOS DE ACTIVIDADES FÍSICAS REPRESENTATIVAS
Reposo	TMB x 1	65	Durante el sueño, tendido (temperatura agradable), trabajo muy sedentario.
Muy ligera	TMB x 1,5	98	Sentado o de pie (pintar, jugar cartas, tocar un instrumento, navegar por Internet, etc.)
Ligera	TMB x 2,5	163	Caminar en llano a 4-5 km/h, trabajar en un taller, jugar al golf, camareras, tareas domésticas, pasear muy despacio.
Moderada	TMB x 5	325	Marchar a 6 km/h, jardinería, bicicleta a 18 km/h, tenis, baile, fitness, etc.
Intensa	TMB x 7	455	Correr a 12 km/h, jugar al fútbol o al rugby, escalada, preparar páginas WEB, etc.
Muy pesada	TMB x 15	1000	Subir escaleras a toda velocidad o atletismo de alta competición.

1.11.3. Efecto térmico

Éste es el tercer factor de importancia en el cálculo de las necesidades energéticas de un individuo. Aunque el concepto de este factor parece claro para todo el mundo, no lo es tanto su denominación que ha sido muy controvertida y aun sigue siéndolo. En principio se denominó como acción dinámica específica, después efecto dinámico específico, termogénesis, o consumo de lujo, siendo el actualmente propuesto el de efecto térmico.

Se sabe que el metabolismo basal aumenta como consecuencia de la ingestión de alimentos, este incremento es el efecto térmico. Es la energía necesaria para la digestión, absorción y distribución de los nutrimentos en el organismo (aunque para algunos autores la digestión no debe incluirse)

Este factor depende de la cantidad de hidratos de carbono, grasas y proteínas ingeridos. Los lípidos son los nutrientos que requieren menos calorías como efecto térmico, y en cambio las proteínas requieren un elevado aporte de energía para su digestión, absorción y metabolización (incluida la excreción de compuestos amoniacales), pudiendo llegar hasta el 30% de la energía suministrada por dichas proteínas. Los glúcidos tienen un efecto térmico intermedio, siendo el proceso más costoso en calorías la transformación de hidratos de carbono en lípidos para su almacenamiento.

Se calcula en una dieta normal que entre un 6 y un 10% de la energía suministrada por los alimentos se consume en forma de efecto térmico.

Cálculo total de necesidades energéticas

Para el cálculo total teórico de las necesidades energéticas simplemente sumaremos los gastos energéticos debidos a los tres factores principales: metabolismo basal, efecto térmico y actividad física.

En el ejemplo que vamos a desarrollar utilizaremos la fórmula simplificada de cálculo del metabolismo basal (1 Kcal/Kg h), asumiremos un efecto térmico de los alimentos medio y haremos los cálculos de actividad física a partir de tablas de consumo calórico por actividad física.

EJEMPLO

EJEMPLO:

Individuo varón de 80 Kg que duerme 8 horas

1. Metabolismo basal
   - Vigilia: 1.0 Kcal/kg h x 80 kg x 16 h =1280 kcal.
   - Sueño 0.9 Kcal/kg h x 80 kg x 8 h = 576 kcal
   - Total : 1280 kcal. + 576 Kcal. = 1856 Kcal.
2. Dieta de 3000 Kcal equilibrada
   - Efecto térmico: 8% de 3000 Kcal. = 240 Kcal.
   - Mecanografía 8 horas y conduce 2 horas, el resto permanece sentado.
3. Actividad física
   - Mecanografiar: 1.0 Kcal/kg h x 80 kg x 8 h = 640 kcal.
   - Conducir: 0.9 Kcal/kg h x 80 kg x 2 h = 144 kcal.
   - Sentado: 0.4 Kcal/kg h x 80 kg x 6 h = 192 kcal.
   - Total: 640 + 144 + 192 = 976 kcal.
4. Gasto energético total:
   - Metabolismo basal + efecto térmico + actividad física
   - 1856 Kcal + 240 kcal + 976 kcal = 3072 kcal.

Otras formas de calcular las necesidades energéticas

La calorimetría directa lógicamente es imposible utilizarla para determinar el consumo calórico de un individuo, la calorimetría indirecta por otra parte resulta complicada de utilizar durante periodos de tiempo elevados, por la necesidad de que el individuo se encuentre permanentemente respirando a través de un respirómetro, lo que no resulta operativo para determinar el consumo habitual de un individuo en sus quehaceres cotidianos.

Por tanto, la forma más usada de determinar las necesidades energéticas de un individuo es la comentada recientemente de compendiar su metabolismo basal, el efecto térmico de su alimentación y su gasto energético por la actividad física realizada. Sin embargo, este método resulta bastante impreciso, cometiéndose grandes errores sobre todo en individuos obesos que tienden a infravalorar lo que comen y a sobrevalorar su actividad física.

Recientemente se está utilizando un nuevo método que no presenta los inconvenientes de los anteriores, ya que se puede utilizar durante largo tiempo, sin que entorpezca la vida cotidiana del individuo, y no necesita ningún tipo de valoración por parte del individuo o de la persona que lo analiza.

Este método es el llamado del agua doblemente marcada. Consiste en la utilización de agua formada por deuterio y por oxigeno 18. Esta agua administrada al individuo se distribuye proporcionalmente en sus dos elementos marcadores por las moléculas orgánicas, determinándose las pérdidas de ambos a lo largo del tiempo.

Las pérdidas de deuterio solo se producen por la eliminación orgánica de agua, en tanto que las pérdidas de oxigeno 18 se producen tanto por las pérdidas de agua como en forma de CO_2 por el catabolismo de las moléculas energéticas. Por tanto la diferencia entre las pérdidas de hidrógeno y las de oxigeno son debidas al metabolismo energético y proporcionales al mismo.

El grave inconveniente de esta técnica es su elevado costo, que provoca un uso restringido a grandes centros de investigación.

Pérdidas energéticas en la utilización de los alimentos

En la figura siguiente podemos observar lo que ocurre con la energía total del alimento desde que se ingiere hasta su utilización final.

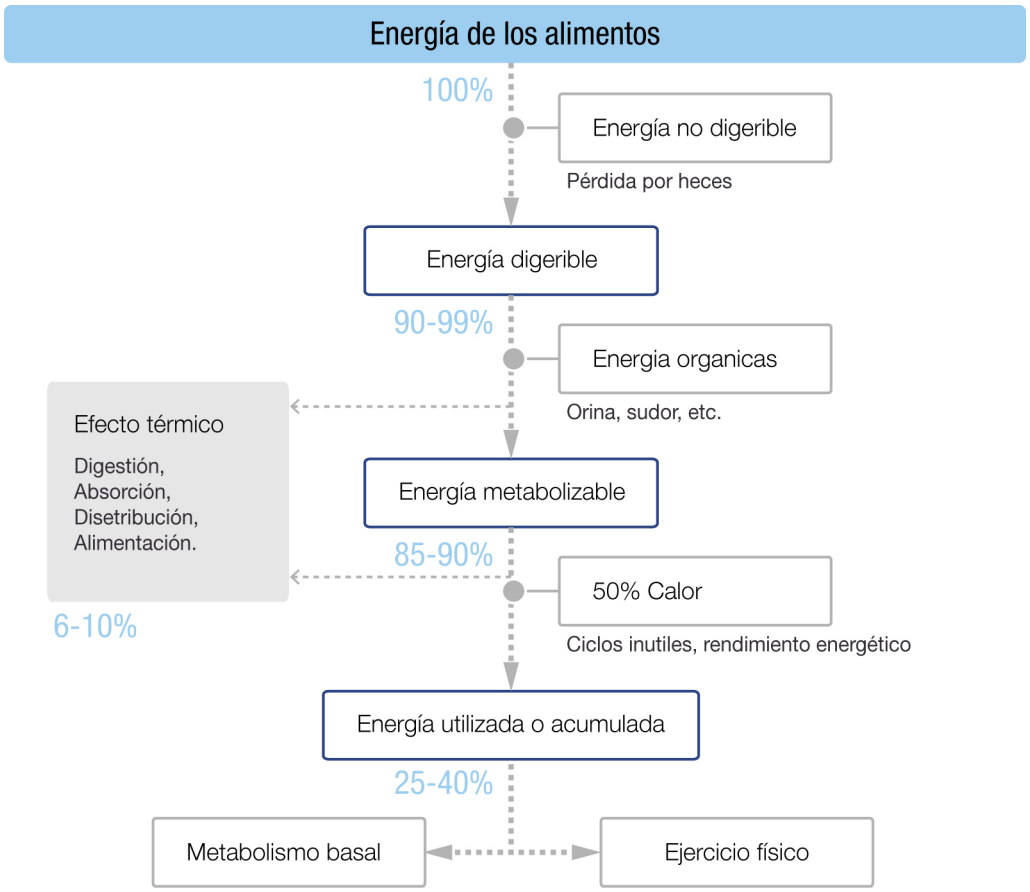


Figura 1.5. Energía de los alimentos.

- **Pérdida por heces:** alimentos no digeridos por una u otra razón. Ejemplo: fibra.
- **Pérdidas por orina, sudor, etc.:** energía que se pierde por la excreción de compuestos a los que no se les ha extraído totalmente la energía. Ejemplo: urea.
- **Pérdidas por calor:** energía que se disipa y no es captada en forma de enlaces P, en alguna fase del metabolismo. Mantenimiento de la temperatura orgánica.

En cualquier caso las pérdidas de energía no resultan idénticas para los tres principios inmediatos, aunque su utilización final resulte bastante similar como se puede comprobar en la siguiente tabla:

% DE PÉRDIDAS	LÍPIDOS	GLÚCIDOS	PROTEÍNAS	D. MIXTA
Absorción	5	3	9	5
Efecto térmico	3-4	10-15	15-30	6-10
Almacenamiento	3	5a-15b	<15-20	6-10
Energía restante	40	40	32-34	39

Figura 1.6. Factores que afectan la disponibilidad de energía en los principios inmediatos.

1.11.4. Repercusiones sobre la salud

Las repercusiones sobre la salud de los desarreglos en el balance energético pueden ser de los dos sentidos:

- Ingestión de más energía de la necesaria.
  - Sobrepeso (10-20% más del peso ideal) fisiológico.
  - Obesidad (>20% sobre el peso ideal) patológico.
- Ingestión de menos energía de la necesaria.
  - Desnutrición y caquexia (patológicos).
  - En caso de que este fenómeno se dé en individuos con disposición de alimentos, puede ser debido a anorexia nerviosa.

Tanto la obesidad como el sobrepeso serán abordados en una unidad posterior. En relación a la anorexia nerviosa realmente no es un trastorno nutricional sino de tipo psicológico. Este y otros trastornos de la alimentación también los estudiaremos en el apartado de nutrición deportiva porque a veces se enmascaran entre objetivos deportivos, competitivos o profesionales.

RESUMEN

- La vida sedentaria de las personas, así como la abundancia y acceso a los alimentos ha generado unos trastocados hábitos alimenticios en la sociedad. Sumado a los hábitos de actividad física, requiere de un análisis profundo sobre la situación de la sociedad en la actualidad.

- La ocupación del tiempo de ocio en diferentes actividades, siendo el deporte no una necesidad, sino una alternativa de ocio, como competencia al cine, por ejemplo, hace que las áreas de actuación sobre la nutrición no solo se centren en los deportistas de élite. Las diferentes poblaciones y sectores sociales tienen necesidades diferentes.

- El acto alimentario humano es un proceso voluntario que una vez iniciado se desarrolla de forma autónoma. Los motivos que nos llevan a la ingesta de alimentos puede ser de dos tipos:

  - Fisiológicos: es decir los niveles de nutrientes en nuestro organismo son bajos y necesitamos restituirlos, por lo que se desencadena la sensación de hambre.
  - Psicológicos: aunque nuestros niveles de nutrientes estén en niveles adecuados, tenemos apetencia por comer algo concreto, la sensación que se desencadena es el apetito.

- Son varios los componentes que forman parte tanto de nuestros alimentos como de nuestro propio cuerpo, sin que la proporción de ellos en unos y otros tenga porqué ser similar. La proporción de principios inmediatos en nuestro organismo es totalmente diferente a la que necesitamos ingerir.

- Los principales constituyentes de nuestros alimentos son el agua, glúcidos, lípidos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales.

- El acto alimentario se inicia con la introducción de alimento en la boca. En esta se desarrolla la masticación, insalivación (con aporte de algunos enzimas) y deglución. Una vez en el estómago el alimento es atacado químicamente por acción del ácido clorhídrico y enzimáticamente (fundamentalmente por encimas proteolíticas). Una vez disgregado en una pasta grosera progresa por el intestino delgado de varios metros de longitud al cual son vertidos jugos intestinales, pancreáticos y hepáticos que se encargan de descomponer las moléculas complejas en otras más simples para su más fácil absorción y la emulsión de las grasas. Tras la absorción de la mayoría de constituyentes digeribles en el intestino delgado y parte del agua remanente y restos de nutrientes en el intestino grueso, los restos, fecales, son expulsados por vía anal.

- La biodisponibilidad es un concepto muy manejado en nutrición y que hacer referencia a la capacidad que tiene el organismo humano de aprovechar el contenido de un nutriente concreto en su dieta. Obviamente uno de los elementos clave en la biodisponibilidad es la digestibilidad del nutriente, pero no el único. Son numerosos los factores que pueden afectar la biodisponibilidad de un nutriente, pero podemos clasificarlos en factores dietéticos, fisiológicos e individuales.

- La nutrición es una ciencia nueva y que está siendo actualizada continuamente. Para conocer mejor esta ciencia es preciso tener claros sus conceptos más básicos y la evolución que ha tenido a lo largo del tiempo.

- Desde los tiempos más remotos el hombre ha tenido que cuidar su alimentación debido a su baja capacidad instintiva y la enorme cantidad de especies tóxicas que existen para él.

- Desde la Grecia clásica, numerosos eruditos han tratado de poner orden en la vida del hombre y sobre todo en su alimentación, para conseguir un equilibrio emocional y un estado de salud óptimo. A lo largo del tiempo diversas teorías se han establecido sin un fundamento empírico, hasta que a partir del s. XVII comienzan los primeros experimentos en materia alimentaria que desentrañan el funcionamiento del aparato digestivo, los diversos componentes de los alimentos y sus funciones en los seres vivos e incluso los principios de la termodinámica que rigen la forma en que extraemos energía de los alimentos.