

PROBLEMAS DE LA ALIMENTACION HUMANA

Curso del profesor Grande Covián

Problemas de la alimentación humana es el tema general del curso impartido por el profesor Francisco Grande Covián los días 28 de febrero y 2, 7 y 9 de marzo pasados en la sede de la Fundación. En las cuatro lecciones que han integrado este curso el profesor grande Covián ha tratado los siguientes temas: «Evolución de los conocimientos científicos de nutrición», «Las necesidades nutritivas del organismo humano», «La nutrición inadecuada como causa de enfermedad» y «El problema de la alimentación de la humanidad». Ofrecemos a continuación un resumen de sus dos primeras lecciones, pronunciadas hasta el momento de cerrar este Boletín.

La Nutrición es una rama de la Fisiología que estudia los procesos nutritivos y, además, en la medida en que el proceso nutritivo utiliza sustancias químicas, es también una rama de la Química. El problema de la nutrición es importante desde varios puntos de vista. En primer lugar, lo es por su repercusión en todos los aspectos médicos, sociales y políticos de un país; por cuanto depende de la producción de alimentos, el estudio de la nutrición se relaciona con la Agricultura, la Ganadería y la Industria. Posee una notable vertiente médica, ya que la falta o exceso de uno o varios elementos nutritivos repercute en la salud. De ahí la importancia de la nutrición en la prevención de enfermedades y el hecho innegable de que una modificación adecuada de la dieta alimenticia a escala nacional conduciría quizá a una disminución en la mortalidad o morbilidad de un país.

EVOLUCION DE LA CIENCIA DE LA NUTRICION

Posee asimismo la Nutrición una faceta que afecta a la Psicología. Nuestros gustos alimenticios producen, a veces, consecuencias desagradables para la salud, lo cual implica



FRANCISCO GRANDE COVIAN es Catedrático Extraordinario de Bioquímica en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, profesor «emeritus» de Fisiología y Nutrición de la Universidad de Minnesota (Estados Unidos) y director del Instituto de Investigación de Bioquímica y Nutrición «Don Juan Carlos I-Fundación F. Cuenca Villoro».

la necesidad de una dieta dirigida y controlada. Finalmente, como hemos apuntado, el problema de la nutrición afecta de una forma directa al político, al economista y al sociólogo. Podemos afirmar que hoy día existen suficientes alimentos para alimentar a los cuatro mil millones de personas que viven en el mundo, y que el problema no está en la escasez de recursos alimenticios, sino en la necesidad de su justa distribución.

Veamos ahora cuáles han sido los principios científicos fundamentales en los que se ha basado la ciencia de la nutrición a lo largo de la historia. Las ideas primitivas del hombre sobre la alimentación estaban presididas por conceptos mágicos que aún siguen persistiendo en nuestros días, aunque de forma disfrazada, en costumbres de algunas tribus que se comen el corazón de sus víctimas, o en la asociación, para ciertos alimentos, con ideas de reproducción o fuerza muscular, como la carne, por ejem-

plo, sin una base real. La relación de la Nutrición con la salud data de la Medicina griega. El primer gran dietético fue Hipócrates, muchas de cuyas prescripciones siguen siendo válidas en la actualidad. Pero el estudio científico de la nutrición comenzó mucho más tarde, con Sanctorius, el verdadero precursor y, de una manera clave, con el químico francés Lavoisier, quien en 1780 estableció un concepto moderno de la naturaleza de los procesos nutritivos. Lavoisier es el padre no sólo de la nutrición científica sino también de la bioquímica, al sentar las afirmaciones de que «la respiración es una combustión» y «la vida es una función química». Comparando la combustión que se produce en una vela con la respiración humana, encontró que el proceso respiratorio tenía como fin el suministro de oxígeno al organismo, es decir, la energía necesaria para el mantenimiento de la vida.

Casi cien años después, en Alemania Liebig irá más lejos y se convertirá en el gran motor de la Bioquímica y de la Nutrición. Sus discípulos, Pettenkofer y Voit sientan las bases del concepto energético de la nutrición. En 1806 averiguan que el individuo en ayunas sigue subsistiendo por la oxidación de grasas y proteínas; calculan las cantidades de oxígeno que recibe el organismo. Aquí se halla la base de la actual calorimetría indirecta, del recambio energético, con lo cual las necesidades energéticas del organismo humano pueden ser ya estudiadas midiendo la cantidad de calor producido. En 1894 Rubner establece el principio básico de la termodinámica, al descubrir que todos los cambios de energía en un organismo vivo obedecen al principio de conservación de la misma. Sin embargo, aún no se conocía cómo se transforman las sustancias adquiridas del exterior por medio de los alimentos. Hoy ya sabemos que la energía procedente de la oxidación de los alimentos es utilizada mediante la generación de ATP, que es lo que determina la generación de calor y la síntesis de nuevas sustancias.

Otro paso, también a comienzos del siglo XIX, fue el descubrimiento de la especial naturaleza química y función de las proteínas. Esto lo estudia

Magendie en 1816, en experimentos con perros, en los que advierte cómo la ausencia de proteínas naturales produce la detención del crecimiento y la muerte. Las proteínas son indispensables para el organismo humano, en consecuencia. El próximo paso importante se da en 1839 con el francés Boussingault, quien establece el concepto de balance metabólico o nutritivo. Pero la personalidad que más influyó en el reconocimiento del papel esencial de las proteínas en la nutrición fue el ya citado Liebig, quien distinguió dos clases de alimentos: los *respiratorios*, cuya misión principal es servir de fuente de energía o combustible; y los *plásticos*, destinados a la construcción del propio organismo.

PROTEINAS Y VITAMINAS, INDISPENSABLES

A fines del siglo XIX ya se sabía, pues, no sólo que las proteínas son esenciales, sino que poseen, además, un diverso valor nutritivo según su composición química; es decir, algunos de sus aminoácidos son indispensables y tienen que provenir del exterior, ya que el organismo no los produce. Todo ello puede aplicarse también a los elementos minerales, como el calcio para los huesos y el hierro en la hemoglobina de la sangre. Tenemos así, como necesidad nutritiva básica, una proporción adecuada de energía, proteínas y minerales. Aún no se conoce, por esas fechas, nada de las vitaminas. El punto de partida de nuestro conocimiento actual de éstas se da en 1912 con los experimentos de Hopkins. En la alimentación que realiza con dos grupos de animales, cuidadosamente seleccionados, advierte Hopkins cómo en la leche que les daba había una sustancia o varias necesarias para la dieta, a las que llamó «factores accesorios de la nutrición». Estos factores son necesarios para el organismo humano, además de los hidratos de carbono, las proteínas, las grasas y los minerales. Más tarde Funk bautizaría a esos factores con el nombre de vitaminas.

El estudio de las vitaminas despertó también un gran interés entre los médicos. Se vio que enfermedades ta-

les como la pelagra, el beri-beri y el escorbuto se debían a la carencia de esas vitaminas. Sin embargo, hasta 1928 no se conocía químicamente ninguna de ellas. Resulta curioso el hecho de que entre 1928 y 1950 —poco más de veinte años— se descubran todas, llegándose a producirlas químicamente por toneladas; y que desde 1950 —año en que se descubre la vitamina B 12— hasta hoy, no se ha hallado ninguna nueva. ¿Quizá sabemos ya todo lo que hay que saber de las vitaminas? Otro dato de interés es que la necesidad de las vitaminas varía según la especie: unas especies no necesitan determinadas vitaminas que son básicas para otras. Este es el caso de la vitamina C, cuya falta en el hombre produce el escorbuto, que es requerida sólo por cinco especies: el hombre, los monos antropoides, el cobaya, el murciélago de la fruta y el ruisñor chino; con lo poco en común que dichas especies tienen entre ellas. Todas las demás especies pueden fabricar esa vitamina.

VARIABILIDAD INDIVIDUAL

A la hora de establecer criterios de evaluación acerca de las cantidades de esas tres categorías de sustancias —energía, proteínas y minerales, y vitaminas—, se plantean una serie de problemas. Para la energía, suele usarse el criterio de la constancia del peso, criterio relativo, como veremos. Para las proteínas, el balance de nitrógeno, criterio válido para el adulto, pero no para el niño. Para los minerales ocurre lo mismo que con las proteínas. En el caso de las vitaminas, hay que precisar aún más: para algunas de ellas, los criterios y evaluaciones son aproximados. En general topamos siempre con el problema de la variabilidad individual, pues no hay dos individuos que tengan las mismas necesidades nutritivas. En la práctica, se halla la dieta media entre un amplio grupo de personas, y se añaden a ella dos desviaciones standard, con lo cual se satisface a un 97,5 por 100 del total. Decimos entonces que esa media correspondería a la cantidad o *asignación recomendada*, que no responde a la necesidad real.

Otro problema que se plantea al hablar de las necesidades nutritivas del organismo humano, es el de las transformaciones que los alimentos sufren en el aparato digestivo. La presencia en la dieta de otras sustancias no nutrientes puede inactivar los componentes nutritivos, como ocurre con una dieta que contenga harina de pescado crudo, ya que ésta destruye la vitamina B-1. También es importante el papel de la flora bacteriana del intestino, que actúa sobre los alimentos con una doble función de destruir y fabricar nuevas sustancias: así la vitamina K se genera por las bacterias contenidas en nuestro intestino; la vitamina D debe sufrir dos hidroxidaciones, una en el hígado y otra en el riñón, por lo que los enfermos con diálisis renal suelen tener problemas de calcio en los huesos.

NECESIDADES NUTRITIVAS BASICAS

Vemos, pues, cómo el concepto de necesidad nutritiva no puede tomarse con rigidez, por estar determinado por factores de variabilidad. Veamos ahora cuáles son las necesidades nutritivas básicas del organismo humano. Se cifran en tres partidas: a) el metabolismo basal o costo de mantenimiento del organismo en condiciones de no movimiento, temperatura ni fría ni caliente y en ayunas; b) el costo de actividad física o de trabajo corporal; y c) la acción dinámico-específica, es decir, el aumento de la necesidad de energía con la ingestión y digestión de alimentos.

¿Cuáles son los procesos fundamentales para el mantenimiento de la vida? ¿Cómo establecer criterios para evaluar la normalidad del metabolismo basal de diversos individuos? Los factores que gobiernan el metabolismo basal vienen dados por el tamaño corporal (fundamentalmente el peso), y por la edad y el sexo (en menor escala). Se sabe desde Lavoisier que existe una relación entre las necesidades calóricas de mantenimiento y el tamaño corporal, de tal forma que aquéllas disminuyen a medida que aumenta el tamaño de la especie. Pero lo que realmente ocurre es que el metabolismo basal, que no es sino la suma de las actividades metabólicas

de todas las células del organismo (y con el crecimiento va aumentando la proporción de organismos celulares) es proporcional no al *peso* corporal sino a la *superficie* corporal. Esta Ley de Superficie dominó todo el pensamiento relativo al metabolismo basal hasta los últimos treinta años. Hoy sabemos que lo que determina el metabolismo basal es otro tipo de procesos, como la variación de la proporción entre el peso de determinados órganos y el del peso total del animal; que no hay participación de la musculatura en el metabolismo basal (en reposo); que la grasa es prácticamente inerte; que no hay diferencias apenas entre el hombre y la mujer; y que la edad tiene poco que ver, contrariamente a lo que se cree, con el metabolismo basal. Esa necesidad de energía sabemos que se debe a una serie de procesos bioquímicos necesarios para la vida: la renovación constante de las proteínas y de la bomba de sodio de las células, y el recambio de grasa en el tejido adiposo.

INCIDENCIA DEL TRABAJO

Con respecto al costo de la actividad física, el trabajo incide en el consumo de oxígeno de una manera directamente proporcional. Así el individuo que lleva una vida sedentaria tiene unas necesidades energéticas mucho menores que el que trabaja o se mueve mucho. Algunas cifras ilustrativas son las siguientes: para un hombre de 70 kilos de peso, en reposo, unas 1.680 kilocalorías al día. Si anda (en un terreno llano) y a una velocidad de 2,4 km./h., su recambio energético es de 2,56 kilocalorías por minuto; a una velocidad de 3 km./h., corresponderán 3, 14 kcal./min., etc. Hay pues, un aumento proporcional con la intensidad del ejercicio. Y lo mismo puede servir para el tipo de profesión ejercida: un relojero (con un peso medio de 70 kilos) necesita 1,6 kilocalorías por minuto; un transportador de ladrillos en una carretilla, 3,6; un minero de carbón, de 5,7 a 7,3; un obrero que trabaja en una fundición de acero, de 6 a 11... Así para un oficinista de 25 años que duerme ocho horas, pesa 70 kilos y dedica ocho horas a su trabajo seden-

tario, corresponden para este tiempo y tipo de trabajo 1,65 kilocalorías por minuto. Resumiendo, un total de 2.800 calorías al día serían las necesidades energéticas adecuadas para la mayor parte de las personas sin una actividad física especial; 3.200, para un obrero en una línea de fábrica de automóviles; y 4.400 para un minero del carbón. El tercer factor, la acción dinámico-específica, es la que determina el aumento de la producción de energía al ingerir y digerir alimentos. El gasto energético es aquí de un diez a un doce por ciento en relación con el total.

NECESIDADES DE PROTEINAS

En cuanto a las necesidades de proteínas, las primeras cifras de Voit —aproximadamente 125 gramos por día— hoy nos parecen muy elevadas. En la primera mitad del siglo XX se produjo la polémica entre los partidarios de una dieta rica en proteínas y los que apoyaban una dieta más baja en esas sustancias, que resultaría más económica tanto desde el punto de vista de dinero como fisiológicamente. Hoy nos encontramos en una etapa de reacción contra las dietas ricas en proteínas. La cifra de 70 gramos al día, vigente hasta hace cinco años, ha pasado a ser —en la última revisión del Consejo de Asignaciones o Recomendaciones Dietéticas de Estados Unidos en 1973, de 56 gramos por día. Para enjuiciar las necesidades proteicas de la población mundial, unos cuantos gramos son muy importantes, y la cifra citada es, desde luego, inferior a la que se consume en muchas partes de la Tierra. De hecho, sólo necesitamos ocho o diez aminoácidos que están distribuidos de forma muy desigual en las proteínas. Así las proteínas vegetales carecen de algunos de los aminoácidos esenciales, por lo que son consideradas inferiores a las animales; son más fáciles de conseguir y más abundantes y, por ello, más baratas. Ahora bien, las proteínas pueden mejorarse mediante el sistema llamado de «suplementación proteica». Basta una buena combinación de varias proteínas y que se ingieran todas ellas al mismo tiempo.

LA ALIMENTACION EN EL MUNDO

Finaliza el curso del profesor Grande Covián

Con dos lecciones sobre «La nutrición inadecuada como causa de enfermedad» y «El problema de la alimentación de la humanidad», finalizó el curso «Problemas de la alimentación humana» que el profesor don Francisco Grande Covián impartió en la Fundación Juan March el pasado mes de marzo y de cuyas dos primeras conferencias ofrecimos un resumen en nuestro anterior Boletín. El profesor Grande Covián es Catedrático Extraordinario de Bioquímica en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, profesor «emeritus» de Fisiología y Nutrición de la de Minnesota (Estados Unidos), y director del Instituto de Investigación de Bioquímica y Nutrición «Don Juan Carlos I-Fundación Cuenca Villoro».

MALNUTRICION POR EXCESO O POR DEFECTO

En la actualidad las dietas consumidas en los distintos países del planeta son muy diferentes por la diversa combinación posible de los productos alimenticios. En general, una dieta adecuada es aquella que posee una combinación proporcionada de los cuarenta elementos nutritivos indispensables, hasta tal punto que la falta o el exceso de uno de ellos puede producir una enfermedad. Las alteraciones patológicas que se dan cuando existe un desacuerdo entre la dieta consumida y las necesidades nutritivas del organismo constituyen, pues, el concepto de malnutrición, ya sea por defecto (hiponutrición) o por exceso (hipernutrición); siendo la primera la más común en nuestro planeta, y su caso más extremo el ayuno absoluto que produce la muerte.

¿Cuál es la tolerancia del organismo humano en cuanto a nutrición calórica? Experimentos realizados con prisioneros declarados en huelga de hambre muestran que éstos llegan a vivir unos 60 ó 70 días y ello cuando se trata de individuos que en el momento de iniciar el ayuno se hallaban en un estado nutritivo normal; para personas muy obesas, la resistencia es mayor. Dos estadísticas inglesas recientes probaron que dos mujeres obesas que fueron sometidas al ayuno absoluto por un período comprendido entre 260 y 315 días (unos diez meses) perdieron peso, pero no les ocurrió nada. Lo mismo sucede con los animales. Las ratas normales toleran el ayuno en una media de 16,4 días, mientras las obesas lo hacen en un 42,7. Ahora bien, la reserva de grasa protege sólo hasta un cierto límite y se plantea entonces cual sea la causa de la muerte por inanición. Dado que ésta se produce antes de que se terminen todas las reservas de energía del organismo, puede pensarse que viene determinada por la pérdida de alguna proteína esencial, un enzima posiblemente. Con respecto a las vitaminas, se ha visto que el individuo sometido al ayuno absoluto no suele mostrar síntomas atribuibles a la carencia de una vitamina determinada, y que, en tal estado, la necesidad de vitaminas decrece progresivamente.

Veamos qué ocurre con los casos de ayuno parcial. Hoy en día el número de personas que consumen dietas inadecuadas es tan alto que existen motivos para pensar que el organismo posee recursos para adaptarse a las dietas hipocalóricas. La explicación de este mecanismo adaptativo es que, de un lado, disminuye el metabolismo basal, y de otro, se produ-

ce también una reducción del costo de la actividad física espontánea. Esta falta de actividad y de trabajo es, como sabemos, característica de las poblaciones con dietas endémicas.

Sin embargo, algunas de las características propias de las poblaciones hiponutridas pueden aparecer en las hipernutridas: debido a causas económicas o educativas, existen zonas de población a las que no llega el alimento suficiente en cantidad y calidad. La nutrición insuficiente o inadecuada por proteínas y calorías es particularmente importante entre la población infantil, debido a la mayor necesidad nutritiva para el crecimiento que se da en el niño. Esto plantea la cuestión de cuál sea la velocidad óptima de crecimiento. Una aceleración del crecimiento por una dieta superrica o superabundante puede, a la larga, no ser lo más beneficioso.

EL INFARTO Y LA OBESIDAD

Otro aspecto interesante es la relación que suele entablarse entre la dieta y su influencia en el desarrollo intelectual. En este punto puede decirse que no se ha podido demostrar que un individuo desnutrido posea menor capacidad intelectual que otro mejor nutrido. De hecho, dado que el crecimiento y el desarrollo de los distintos órganos varían según ciertos períodos «críticos», es verdad que si la hiponutrición coincide con uno de ellos, las consecuentes alteraciones o pérdidas no serán nunca compensadas. En el crecimiento cerebral los dos momentos críticos son el último trimestre de la vida intrauterina y el segundo año de la extrauterina. Por lo demás, la teoría que sostiene una estrecha relación entre la dificultad de aprendizaje y el régimen alimenticio está pasando. El individuo desnutrido es más apático y de ahí que necesite mayor atención por parte de maestros o familiares; además, tan importante como el factor nutritivo es el medio ambiente. No existe ningún alimento capaz de hacer genios.

De las enfermedades asociadas con el consumo de una dieta excesiva —degenerativas—, propias de los países ricos e industrializados y cuyas manifestaciones clínicas suelen aparecer en edad avanzada, la más fre-

cuente es la arterioesclerosis. Esta enfermedad adviene como consecuencia del depósito de grasa y colesterol que conduce al infarto de miocardio, sin duda una de las principales causas de muerte en nuestros días, incluidas todas las enfermedades y las muertes por accidente de tráfico. Existe una relación evidente de la arterioesclerosis con la dieta: una dieta muy rica en grasas produce una elevación de la cifra de colesterol que conduce a la enfermedad coronaria. De ahí que pueda predecirse el cambio de la cifra de colesterol en un organismo, cuando conocemos la composición de la dieta, y a la inversa. Experimentos tales se han llevado a cabo con objeto de prevenir el infarto de miocardio mediante cambios en la dieta, pero no son tampoco definitivos: no existe una prueba definitiva de que una modificación de la dieta alimenticia nos proteja para siempre del riesgo de infarto.

Otra de las enfermedades degenerativas relacionadas con la dieta es la obesidad. Verdadero problema en todos los países, está considerada como la plaga de la sociedad moderna, por tratarse no ya de un problema meramente médico, sino por sus repercusiones estéticas, morales y hasta religiosas. Su importancia radica no en ser ella misma un peligro en sí, sino en constituir un factor de agravación de otras enfermedades. Hay una clara asociación de la obesidad con la diabetes y la hipertensión. La obesidad, como todos sabemos, se produce cuando el consumo calórico es superior al gasto energético del individuo, es decir, cuando se da un aumento en la ingestión de alimentos superior a lo que el organismo necesita. ¿Dónde establecer el límite de la obesidad? Es un problema de exceso de grasa corporal, no de *peso*, como suele creerse. Con el paso de los años, el organismo va ganando grasa, aunque el peso no varíe; la cuestión es establecer en qué momento la acumulación de grasa puede ser perjudicial.

El problema del hambre no es nuevo y nuestra historia es la historia de la lucha contra el hambre. Malthus se equivocó en sus predicciones relativas al crecimiento geométrico de la población humana, acompañado del aumento aritmético de la producción

de alimentos. Sin embargo, puso de relieve realidades verdaderamente inquietantes para el futuro de la humanidad.

LA ALIMENTACION DEL FUTURO

Al enfocar el estudio de la alimentación de la humanidad, es necesario evaluar críticamente los datos demográficos y de producción de alimentos. Las estadísticas de producción y de consumo no reflejan más que el estado de la nutrición; el problema mayor es el de la distribución de la misma entre los distintos países y poblaciones. Es difícil conocer cuál es el consumo y la distribución real de alimentos en el mundo, si tenemos en cuenta la limitación de los estándares dietéticos, que son calculados dejando un amplio margen de seguridad, y la de los datos procedentes de los países subdesarrollados. El dato tan repetido de que los dos tercios de la humanidad pasan hambre hay que entenderlo de acuerdo con lo establecido en los países desarrollados. Si se toman muestras en la población y se analizan éstas clínicamente (método seguido por Rush y sus colaboradores), encontramos que hay 500 millones de hombres, un octavo de la población, que presentan deficiencias nutritivas, y que el número de los que corren peligro de morir de hambre es de 65 a 70 millones; cifras éstas menos alarmantes que las primeras, pero igualmente preocupantes. Existen enormes diferencias entre las dietas medias consumidas por los países avanzados y los subdesarrollados, independientemente de cuál sea el número absoluto de calorías consumidas.

Considerando el previsible crecimiento de la población para fin de siglo, es urgente la necesidad de incrementar la producción de alimentos en un 50 por 100 sobre el nivel actual. A la hora de evaluar cómo mejorar la alimentación en los países subdesarrollados, es necesario examinar la producción de cereales —trigo, arroz, maíz, principalmente—, que constituyen los principales alimentos para el hombre y cuyo aumento depende de tres factores: la explotación

de nuevas zonas, la difusión de abonos y pesticidas y las nuevas semillas. Todos ellos, y en especial, las últimas, que han producido la llamada «revolución verde» en algunos países, dependen a su vez de la tecnología y del suministro de energía, que los países no desarrollados no poseen.

Otra vía es la producción de proteínas, particularmente interesante para la nutrición infantil. La mejora del nivel económico coincide con un aumento del consumo de carne; pero los productos animales son muy caros. De ahí que se imponga progresivamente la reducción del consumo de carne, buscando en el futuro fuentes de proteínas en las leguminosas, que las poseen en cantidad y calidad razonables, o bien produciendo proteínas artificiales a partir de ciertos vegetales —entre ellos la soja—, si bien esto requiere un alto nivel tecnológico y asegurar el suministro masivo de esos vegetales.

Otra posibilidad son las proteínas derivadas de microorganismos (bacterias, algas), pero habrá que resolver problemas tanto de tecnología como de disposición de medios de cultivo residuales y de coste de purificación. Quizá el camino a seguir sea prepararlas con una relativa pureza para alimentar animales que, a su vez, alimentarán al hombre. Vemos, pues, que la dieta del futuro será quizá más monótona, pero más sana. Comeremos más cereales y menos carne; con respecto al pescado, las posibilidades de un aumento de su consumo en el futuro son muy pequeñas.

Por otra parte, la reducción del número de alimentos puede significar algunas deficiencias en la nutrición, pero se recurrirá a las técnicas de fortalecimiento y enriquecimiento de los alimentos, tal como se hace, por ejemplo, en las margarinas y harinas. Por supuesto, debemos excluir la alimentación a base de píldoras. La cantidad requerida de proteínas, grasas e hidratos de carbono no puede traducirse a píldoras. En cuanto a la *dieta química*, a base de sustancias purificadas, como la de los astronautas, si bien tiene elementos positivos —rebaja el colesterol y reduce mucho las heces fecales—, resulta sin embargo muy cara y monótona.