

INTRODUCCION HISTORICA AL DESCUBRIMIENTO DEL PAPEL DE LA ENERGIA Y DE LOS NUTRIENTES EN LA ALIMENTACION DEL HOMBRE

Conferencia de Francisco Grande Covián. Aula de San Nicolás, Bilbao 1992. Ciclo de conferencias y coloquios sobre “Nutrición Humana” organizado por la Fundación Banco Bilbao Vizcaya y dirigido por Francisco Grande Covián y Gregorio Varela Mosquera

La nutrición es una ciencia joven y creo que un Ciclo como éste debe empezar por unas consideraciones acerca del desarrollo histórico de nuestros conocimientos. Esto es siempre muy aleccionador en todas las ciencias, pero lo es particularmente en el caso de la nutrición, porque esta ciencia, o la nutrición como ciencia, no tiene más de doscientos años de existencia. Es una prueba muy clara de cómo el desarrollo científico requiere la cooperación de distintas ciencias. La nutrición es, fundamentalmente, un conjunto de procesos químicos y no pudo ser estudiada científicamente hasta que la química no se había desarrollado; por consiguiente, lo que voy a tratar de mostrarles a Vds. es cómo la entrada de nuevas ideas procedentes de la química ha hecho posible comenzar a estudiar la nutrición desde un punto de vista científico. Por supuesto, nuestros antepasados durante más de dos millones de años han tenido ideas acerca de los alimentos. Los pueblos primitivos, como Vds. saben, comían el corazón de sus víctimas o bebían su sangre con la esperanza de alcanzar la fuerza, la velocidad o la astucia que en ellas admiraban. Esto no es sorprendente. Lo sorprendente es que algunas de estas ideas más o menos disfrazadas todavía persisten en la mente de nuestros contemporáneos:

Lo que voy a tratar de hacer es darles a Vds. unas cuantas pinceladas para que vean cómo se han ido constituyendo los tres conceptos fundamentales que son la base de nuestro conocimiento actual de la nutrición. Comienza, naturalmente, con la medicina. Han sido los médicos los primeros que se han preocupado por el estudio de las relaciones entre alimentación y salud. Hipócrates, el padre de la medicina, tenía ideas muy claras acerca de la dieta, aunque la dieta para un griego no significa sólo lo que se come, sino todo el género de vida en general. Hipócrates decía: "El cuerpo humano contiene cuatro componentes. Estos son los que completan su constitución y los que causan sus sufrimientos y su salud. La salud es primariamente aquel estado en el cual estas sustancias constituyentes se encuentran en proporción correcta y bien mezclada". Lo único en que tenemos que discrepar de Hipócrates es en los componentes corporales. Los componentes corporales hipocráticos —como Vds. saben— eran la sangre, la flema, la bilis amarilla y la bilis negra. Tienen poca relación con los componentes por los que ahora nos preocupamos que son el agua, las proteínas, las grasas y los componentes inorgánicos. Lo

interesante es que las ideas hipocráticas van a perdurar hasta bien entrada la Edad Moderna. En toda la Edad Media sólo aparece un libro que tenga algo que ver con la nutrición: Régimen Sanitatis de Salerno, de la escuela médica italiana. Es una obra interesante porque tiene más de un centenar de ediciones, incluso se continúa publicando en el siglo XVII. Arnaldo de Vilanova es uno de los que colaboran en dicha obra, pero no hay en ella ninguna idea nueva aparte de pequeñas contribuciones de la medicina árabe y de la medicina judía. Es fundamentalmente una concepción hipocrática y galénica de la nutrición en relación con la salud humana.

El primer intento de hacer un estudio científico aparece, lógicamente, en Padua con la persona de un profesor de medicina que se llamaba Sanctorio, gran amigo de Galileo. (Por cierto, es el primero al que se le ocurre usar el termómetro para tomar la temperatura de los enfermos). A Sanctorio le preocupa el hecho de que en el curso de la vida de una persona (hemos comido unas cuantas toneladas de productos alimenticios) el peso corporal — aun con todas las excepciones que Vds. quieran— permanece relativamente constante a lo largo de toda la vida. A Sanctorio le preocupaba qué pasa con los alimentos que comemos. Hizo una serie de experimentos enormemente interesantes en los que se dedicaba a medir cuidadosamente lo que comía, lo que bebía y los excreta. Construyó una balanza romana que colgó del techo de su casa (hay unos grabados muy bonitos en los libros de la época) y se sentaba pacientemente en esta balanza. Observó que iba perdiendo peso poco a poco y tuvo la intuición de comprender que esta pérdida de peso que él la llamaba "perspiración insensible" era debida a la evaporación del agua en la superficie de la piel y en las superficies respiratorias. No pudo saber que esta pérdida de peso es en parte debido a la diferencia de peso entre el carbónico que producimos y el oxígeno que consumimos; la química no estaba lo bastante adelantada para hacerlo. De todos modos es interesante lo que publica en la obra Aforismos de Medicina Estática en cuyo aforismo segundo se puede leer lo siguiente: "Si un médico que tiene a su cargo la salud de otra persona sólo conoce las cantidades mensurables de los suministros y las evacuaciones y no conoce nada de las pérdidas que corresponden a la 'perspiración insensible', no hace más que engañar a su paciente y nunca le curará."

Tenemos que dar un salto, y perdonen Vds. La figura de Sanctorio es realmente apasionante, pero tenemos que dar un salto para llegar a fines del XVIII. Pocos años antes de la Revolución francesa el gran químico francés Lavoisier, que como saben Vds. tiene una gran participación en el descubrimiento del oxígeno, se interesa por los fenómenos de la combustión, las oxidaciones en general. Hace estudios acerca de la composición del aire espirado; se da cuenta de que la respiración es un proceso comparable al de la combustión. En 1780, nueve años antes de la Revolución francesa, Lavoisier

escribe: "La respiración es una combustión." Y esta frase es para muchos la partida de bautismo de la ciencia que hoy conocemos con el nombre de nutrición. Unos años más tarde, Lavoisier y su discípulo Seguin escribieron lo siguiente: "La respiración no es más que una combustión lenta de carbono y de hidrógeno que es enteramente similar a la que ocurre en una lámpara o una vela encendidas. Y desde este punto de vista, los animales que respiran son verdaderamente cuerpos combustibles que se queman y consumen a sí mismos. En la respiración, como en la combustión, es la sustancia corporal la que suministra el calor y el aire el que suministra el oxígeno: si el animal no repone constantemente las pérdidas respiratorias la lámpara pronto se queda sin aceite y el animal muere, del mismo modo que la lámpara se apaga cuando le falta combustible."

Esta concepción del proceso respiratorio como una combustión va a ser punto de partida de toda la ciencia de la nutrición moderna. Unos años más tarde, con la ayuda del físico Laplace, Lavoisier construye un calorímetro de hielo que le permite medir con cierta exactitud la cantidad de calor emitida por un animal y lo relaciona con la cantidad de carbónico producido por el mismo, es decir, el resultado de las oxidaciones que aparecen en el aire espirado. Pudo demostrar una relación entre estos dos procesos, lo cual es un hecho trascendental porque es la primera prueba de que lo que se llamaba hasta entonces "el calor animal" obedece a las mismas leyes que el resto de los fenómenos térmicos que conocemos en la naturaleza.

Lavoisier y Seguin observaron, también, dos hechos importantísimos: el consumo de oxígeno de una persona —que es, en definitiva, una medida de las oxidaciones que se están realizando en su organismo—, aumenta durante el trabajo muscular y después de la ingestión de una comida. Respecto de la primera observación escribe Lavoisier lo siguiente: "El hombre que trabaja se quema más rápidamente, necesita más alimentos para reponer su sustancia; pero el alimento cuesta dinero. En tanto consideramos la respiración simplemente como consumo de aire, la situación del rico y del pobre parece ser la misma: el aire está a disposición de todos y no cuesta dinero. Pero sabemos ahora que la respiración es, de hecho, un proceso de combustión y que, en cada instante, parte de la sustancia del individuo es consumida y el consumo aumenta de la misma manera que se aceleran el pulso y los movimientos respiratorios. El consumo de sustancia corporal aumenta, pues, con la actividad de la vida del individuo. Toda una serie de cuestiones morales surge de estas observaciones que son en sí mismas de naturaleza puramente material. ¿Por qué ocurre desgraciadamente que un pobre que vive del trabajo manual, que está obligado a desarrollar el esfuerzo máximo de que es capaz, se ve obligado a consumir más sustancia que el rico quien tiene menos necesidad de repararla?. ¿Por qué, en horrible contraste, disfruta el rico de abundancia que no le es físicamente necesaria y que sería más adecuada para el trabajador?"

Para no extenderme más, termina Lavoisier con una serie de consideraciones acerca de las leyes, que promete la Revolución. Esto está escrito en septiembre de 1789, es decir, el mismo año de la Revolución francesa, que corregirá, dando un justo precio al trabajo, esta horrible situación. No tengo que decirles que cuatro años más tarde Lavoisier era guillotinado.

El estudio científico de la nutrición pasa de Francia a Alemania con la figura de un joven químico alemán, Justus von Liebig, que viene a estudiar con los discípulos de Lavoisier a París en 1822. Liebig vuelve a Alemania, se hace profesor en Giessen y en 1842 publica la primera edición de su obra, una obra clásica, que se llama "La química orgánica en sus aplicaciones a la fisiología y la patología".

Este libro también alcanza muchas reimpresiones y nuevas ediciones; pero no me puedo entretener con él. Lo que sí quiero decirles es lo que significa la obra de Liebig añadida a lo que había comenzado a hacer Lavoisier en París. Liebig establece claramente tres hechos:

En primer lugar, el carbono y el hidrógeno que se oxidan en el organismo durante el proceso respiratorio son los contenidos en los tres componentes orgánicos fundamentales de la materia viva, es decir, los que llamamos principios inmediatos: los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas.

La segunda contribución de Liebig es que las oxidaciones tienen lugar en todo el organismo, en todas las células del organismo, no sólo en el pulmón como había pensado Lavoisier.

Finalmente, la clasificación de los alimentos en dos grupos: los que él llamó alimentos respiratorios, cuyo papel iba a ser simplemente el de servir de combustibles y suministrar energía, y los que llamó alimentos plásticos, es decir, aquellos cuyo papel va a consistir no sólo en servir como combustible, sino también en formar parte de las propias estructuras corporales.

La influencia de Liebig es definitiva. Su más importante discípulo, Voit, que es profesor de fisiología en la facultad de medicina de Munich (Alemania) va a realizar, prácticamente de manera experimental, la comprobación de todas las ideas de Lavoisier y de Liebig. No quiero referirles más que dos observaciones importantes de este laboratorio.

En 1866 Pettenkofer y Voit, basándose en la determinación de los balances de carbono y nitrógeno, consiguen demostrar que un animal o una persona en ayunas oxida fundamentalmente grasas y proteínas; que éstas pueden ser calculadas a partir de la cantidad de carbono que sale en forma de carbónico por el aire espirado o de compuestos orgánicos en la orina y de nitrógeno que procede de la degradación de las proteínas. Lo interesante es que la cantidad de estas sustancias oxidadas calculada de esta forma coincide con sólo un 6

por 100 de error con la cantidad actualmente consumida por la persona o el animal en ayuno. Es uno de los experimentos fundamentales en el desarrollo científico de la nutrición. Se ha dicho de este experimento que demuestra no solamente la enorme habilidad experimental de los investigadores alemanes, sino la solidez de los conceptos en que se apoyaban.

La segunda contribución importante de la escuela de Munich se debe a Rubner, el más joven del grupo, en 1894; es decir, pronto va a hacer cien años. Rubner calcula, de la misma manera que habían hecho Pettekofer y Voit, la cantidad de grasas y proteínas oxidadas. Mide el consumo de oxígeno, pero además encierra al animal (en este caso un perro) dentro de un calorímetro que le permite medir la cantidad de calor emitida por el animal. Así consigue demostrar que la cantidad de calor emitida por el animal corresponde exactamente al calor de combustión de las grasas y proteínas oxidadas por el animal menos el calor de combustión de los productos nitrogenados que aparecen en la orina. Este es un hecho trascendental desde cualquier punto que Vds. lo miren, porque es la demostración de que los cambios de energía que se verifican en el organismo animal obedecen a las leyes universales de la energética, es decir, al llamado principio de conservación de la energía enunciado, como Vds. saben, por Julius Robert Mayer en el año 1840. En realidad, lo que rige los cambios de energía en el organismo animal es un corolario del primer principio de termodinámica que es la que llamamos ley de Hess o ley de los estados inicial y final, es decir, una ley termoquímica que dice que "la cantidad de calor generada en una reacción exotérmica depende del producto inicial y del producto final y que es independiente del camino recorrido por la reacción". Esto es importantísimo desde nuestro punto de vista porque es lo que ha permitido que el conocimiento de la nutrición, desde el punto de vista energético, haya progresado rápidamente, mucho antes de que pudiésemos conocer el mecanismo de las reacciones y las reacciones intermedias. Esta es una cosa en la que siempre insisto porque es la belleza del concepto energético de la nutrición. Los alimentos son fundamentalmente combustibles y nosotros podemos saber la cantidad de energía que nos suministran si sabemos qué sustancias son oxidadas y cuáles son los productos finales de esta oxidación.

Tengo que añadir que el concepto energético de la nutrición se va a comprobar en el hombre en América gracias a Atwater, un americano que viene a estudiar a Munich con Voit, y un ingeniero, Rose, que construye una cámara calorimétrica mucho más perfecta que la que había utilizado Rubner. Ambos demuestran que el primer principio, es decir, el principio de conservación de la energía se aplica no sólo a los animales, sino también al hombre, tanto en reposo como durante el ejercicio muscular; es decir, que nosotros podemos calcular perfectamente la energía necesaria para realizar un trabajo si conocemos la intensidad del mismo, etcétera.

A fines de siglo, pues, quedaban establecidos los principios fundamentales del concepto energético de la nutrición. No se han modificado desde entonces a pesar de la enorme cantidad de nuevos conocimientos adquiridos. Es por esto una de las páginas más hermosas de la ciencia moderna en el sentido de que, prácticamente, no ha tenido que modificarse en sus líneas generales desde que fue escrita inicialmente por Lavoisier.

Y vamos a pasar ahora al otro aspecto de la cuestión. En la clasificación de los alimentos de Liebig, a la que antes me he referido, se habla de alimentos plásticos y alimentos respiratorios. Alimentos plásticos —quería decir Liebig como ya les mencioné— son sustancias que no son necesariamente utilizadas como combustible y que tienen como papel más importante el servir para la construcción de nuestro propio organismo. Por esto, el nombre de "materiales de construcción" con que habitualmente les llamamos es muy adecuado. Pero aquí entran dos clases de sustancias nutritivas. Por una parte tenemos las proteínas, de las que me voy a ocupar principalmente; por otra, los minerales, es decir, las sustancias inorgánicas que se encuentran en la materia viva. El caso de las proteínas es que en parte también sirven como combustible y nosotros también derivamos energía de la oxidación de las proteínas corporales. Pero el papel más importante de ellas es que van a servir para la edificación y la construcción de la materia viva. Y tengan en cuenta, todo el mundo puede comprender, que un niño en crecimiento está formando tejidos, naturalmente, de manera que necesita proteínas para construirlos; pero también las personas que ya hemos pasado la infancia hace mucho tiempo seguimos necesitando proteínas, por una razón muy sencilla: porque nuestro organismo se está renovando continuamente. Sabemos hoy, con cierta exactitud, que un adulto normal destruye aproximadamente unos tres o tres y pico gramos de proteínas por kilo de peso corporal por día. Esto quiere decir que una persona con un peso medio de setenta kilos va a destruir algo más de doscientos gramos de proteínas en el curso del día y habrá fabricado otras tantas porque su contenido proteico total no se habrá modificado. Así en el tiempo que estén escuchando aquí esta peroración, cada uno de Vds. habrá perdido probablemente unos diez gramos de proteínas; sin embargo, saldrán de aquí con la misma cantidad que tenían. Pero serán distintas, las habrán estado fabricando mientras me escuchaban.

Con esto creo que es importante entrar en la historia o cómo conocemos la historia o el desarrollo de nuestro conocimiento del papel de las proteínas en nutrición. Quizá les deba advertir que una de las dificultades para seguir la historia, o esta historia, es que el nombre de "proteínas", como seguramente muchos de Vds. saben, aparece muy tardíamente. El nombre de "proteína" no se introduce hasta el año 1838. Y es una propuesta que hace el gran químico sueco Berzelius basándose en que la considera como la sustancia primaria fundamental de la materia viva. Sin embargo, Berzelius nunca publicó esto.

Existe una carta de él dirigida a un químico holandés llamado Mulder que es el primero que en 1839 utiliza el término. Por eso, en muchos libros aparece erróneamente atribuido a Mulder la propuesta de la palabra "proteínas". Anteriormente se llamaban simplemente "compuestos nitrogenados". La diferencia fundamental entre las proteínas y los otros dos componentes orgánicos de la materia viva, los hidratos de carbono y las grasas, es que los hidratos de carbono y las grasas se componen solamente de carbono, oxígeno e hidrógeno; mientras que las proteínas tienen, además, nitrógeno y azufre. Les digo esto para que se den cuenta de que todo nuestro conocimiento acerca del papel de las proteínas en la nutrición se va a derivar de una observación acerca de la existencia del nitrógeno en los tejidos animales.

Esta observación es realizada también por un discípulo de Lavoisier llamado Berthollet en 1785, es decir, cuatro años antes de la Revolución francesa. Berthollet, con gran sorpresa, descubre que si un tejido animal se trata con ácido nítrico se desprende un gas que demostró que era nitrógeno. Entonces se plantea en Francia un problema apasionante: ¿De dónde viene el nitrógeno que existe en los tejidos animales? El aire, como Vds. saben, es en el 80 por 100 nitrógeno. ¿Podemos utilizar este nitrógeno para fabricar nuestras proteínas? La discusión acerca del origen del nitrógeno que se encuentra en los tejidos vivos es otro capítulo apasionante de la historia de la nutrición. Veamos.

Aunque otros químicos franceses, sobre todo Fourcroy y Vauquelin, habían descrito la presencia de nitrógeno en los tejidos vegetales, la creencia inicial es que hay una diferencia fundamental entre las plantas y los animales en el sentido de que las plantas no tienen nitrógeno y los animales sí. Entonces se plantea el problema de cómo se alimentan los herbívoros. El proceso de alimentación de los herbívoros es descrito en la literatura francesa de la época —estoy hablando ahora de un poco después de la Revolución, hacia 1809— con el nombre de animalización, es decir, que el proceso de nutrición de un herbívoro consiste en transformar la materia vegetal sin nitrógeno en materia animal con nitrógeno. Esto llena páginas. Hay un famoso higienista francés. Hallé, que escribe varios libros en los que propone por qué esto es así y todas las virtudes de tener o no tener nitrógeno en los tejidos.

Para no extenderme con esto, añadiré solamente una idea que surge en uno de los discípulos de Lavoisier, Fourcroy, según el cual el proceso de animalización no consiste en que se añada nitrógeno a los tejidos animales, sino en que como se están oxidando el carbono y el hidrógeno, para formar carbónico y agua la concentración de nitrógeno va aumentando. Esta es una idea preciosa, pero completamente errónea. Pero el problema del origen del nitrógeno que se encuentra en los tejidos va a ser abordado por un gran fisiólogo francés, Magendie, el maestro de Claude Bernard. En 1816 Magendie realiza uno de los experimentos más admirables y fundamentales en toda la

historia de la ciencia de la nutrición. Magendie argumenta—esto lo repite muchas veces en varios trabajos y en su Tratado de Fisiología—, que los alimentos son cosas muy complejas y que si queremos saber lo que pasa con ellos tenemos que recurrir a alimentos muy simples y muy sencillos. Y decide, en consecuencia, hacer unos experimentos con animales (perros) a los que nutre con alimentos que no contienen nitrógeno. Los alimenta con azúcar o con goma —él cree que la goma puede ser muy buen alimento y es, en todo caso, un hidrato de carbono— o con grasas. Se encuentra con la gran sorpresa de que los animales se mueren. Y lo curioso del caso es que este trabajo — publicado, yo creo, en agosto de 1816— circula en todos los tratados de nutrición como la demostración de la indispensabilidad de las proteínas en la nutrición animal. Sin embargo, cuando se lee el trabajo con cuidado se ve que Magendie nunca dijo esto. Magendie, que se llamaba a sí mismo "Traperero de los Hechos", es un hombre muy preocupado por ajustar todos sus razonamientos a la verdad. La conclusión que Magendie escribe en su trabajo es simplemente que: "Mis experimentos hacen muy probable que el nitrógeno contenido en los tejidos animales proceda del nitrógeno contenido en los alimentos." No dice más.

Pero hay algo que resulta apasionante en este experimento de Magendie: los animales tratados por él mueren con unas manifestaciones oculares que hoy sabemos que son debidas a la falta de vitamina A. Naturalmente estamos en 1816 y tenían que pasar justamente cien años para que la vitamina A se descubriese; pero Magendie lo describe con extraordinaria precisión. Lo más interesante es que estas alteraciones no se obtienen solamente con los animales alimentados sólo con azúcar (el azúcar es una sustancia muy pura, no tiene vitaminas, no tiene más que azúcar); ocurren también con animales alimentados con mantequilla. La mantequilla es, como Vds. saben, rica en vitamina A, pero no tiene proteínas. Esto nos explica algo que no hemos sabido hasta hace veinte o treinta años: que para el transporte de la vitamina en el organismo necesitamos una proteína especial, llamada *retinol binding protein*, que no se forma cuando los animales no tienen bastantes proteínas en su dieta.

La contribución de Magendie es admirable. Se extiende además otro aspecto que, como el profesor Várela sabe muy bien, ha preocupado durante decenios a los que nos interesamos por estas cuestiones. Con la restauración monárquica en Francia hay una gran escasez de alimentos (no creo que sea la restauración monárquica la que tenga la culpa realmente, pero esto se produce) y alguien inventa la obtención de gelatina a partir de los huesos y desperdicios de los mataderos. Se crea, entonces, un gran problema porque aparecen los ecologistas de la época que plantean la cuestión de si la gelatina es o no un buen alimento para la población humana. El gobierno francés crea una comisión para el estudio de la gelatina que es presidida por Magendie,

quien repite, esencialmente, los experimentos que les acabo de describir. Y, para sorpresa suya, se encuentra con que la gelatina, que tiene como casi todas las proteínas cerca de un 16 por 100 de nitrógeno, no es bastante para asegurar la vida de los animales.

En otras palabras, que los animales alimentados con carne viven bien, pero que los animales alimentados con gelatina mueren. Este es el punto de partida de otra de las cuestiones más importantes como es el diferente valor nutritivo de las proteínas, aunque tengan todas la misma cantidad de nitrógeno. Esto aparece, como les digo, en los experimentos realizados por Magendie hacia 1830.

Y para terminar esta historia y no quitarles más tiempo, quien va a definir ya para siempre que el nitrógeno atmosférico no nos sirve para formar nuestras proteínas es un personaje que tuvo una relación interesante con España: el ingeniero de minas llamado Boussingault. El, gran aficionado sobre todo a la química analítica, es contratado por el gobierno español para enseñar química en la Escuela de Minas de Bogotá en Colombia. Boussingault llega a Bogotá, se hace amigo de Simón Bolívar y, naturalmente, el gobierno español lo destituye como era de esperar. Pero en el tiempo que está en Bogotá hace una observación importantísima acerca de la relación entre el contenido de yodo de los terrenos y la presencia de bocio endémico. Es la primera persona, cien años antes que los médicos lo empezasen a utilizar, que recomienda la sal yodada para la prevención del bocio.

Al ser destituido vuelve a Francia, como es natural. Entonces empieza una serie de estudios enormemente trascendentales acerca del balance de energía de nitrógeno en animales, sobre todo en vacas lecheras. Demuestra de una manera terminante que en las vacas, como en todos los animales adultos (sabemos ahora), la cantidad de nitrógeno que es eliminada es exactamente igual a la cantidad de nitrógeno ingerido con los alimentos en forma de proteínas. Y termina el trabajo fundamental, que es de 1844, diciendo: "Los animales no pueden utilizar nitrógeno atmosférico para suplementar proteínas inadecuadas ni para formar proteínas corporales"; es decir, que lo que había intuido Magendie queda claramente demostrado por Boussingault.

Se abre, entonces, el problema de por qué las proteínas tienen distinto valor alimenticio aunque tengan la misma cantidad de nitrógeno. Comprenderán Vds., por lo que les he dicho, que la idea que parecía entonces dominante es que todo el papel nutritivo de las proteínas dependía del hecho de contener nitrógeno. Entonces, si pueden contener la misma cantidad de nitrógeno, pero tener distinto valor alimenticio, ¿por qué ocurre? Esto no empieza a aclararse hasta 1820, cuando otro francés, Braconot, comienza a aislar los primeros aminoácidos. Este va a ser un proceso largo. No vamos a ocuparnos mucho de él, pero da lugar al establecimiento de la idea que las proteínas están formadas

por una asociación de moléculas orgánicas más pequeñas llamadas aminoácidos, es decir, ácidos orgánicos con un grupo amínico en posición alfa generalmente. Esto da lugar a lo que llamamos la Teoría Peptídica de las proteínas, que va a ser desarrollada, sobre todo, por Emil Fischer en Alemania muy a comienzos de este siglo, hacia 1906 exactamente.

Hay, entonces, todo un movimiento en el que se empiezan a analizar las distintas proteínas: ver qué aminoácidos tienen, darlas como alimento a los animales de experimentación y ver que, efectivamente, las proteínas que podemos llamar de "mala calidad", como la gelatina, carecen de algunos aminoácidos. Entonces aparece la división de los aminoácidos en dos categorías: los aminoácidos que nosotros podemos de alguna manera formar o transformar unos en otros y los que no podemos formar y los llamamos aminoácidos indispensables o esenciales.

A partir de este momento, el papel nutritivo de las proteínas va a estar asociado con su contenido de aminoácidos esenciales (cosa que tanto el doctor Várela como yo creemos que es una simplificación); pero esto lleva a que se plantee un problema —lo que sí es interesante que les cuente— muy simple y muy lógico. Si los aminoácidos son la parte componente de las proteínas y los responsables de su valor alimenticio, una proteína digerida debe tener el mismo valor nutritivo que una proteína tal como la encontramos en un trozo de carne sin digerir. Esto da lugar a que durante unos años aparezcan a principios de siglo, sobre todo un poco antes de la Primera Guerra Mundial, numerosos estudios en que se empiezan a comparar distintos digeridos, digamos, de proteínas y su valor nutritivo. Y se demuestra muy claramente que cuando estos digeridos han sido hechos enzimáticamente, con enzimas como las que tenemos en el intestino, la mezcla de aminoácidos resultante de la digestión tiene el mismo valor nutritivo que la proteína original. No es así cuando las proteínas han sido digeridas químicamente, es decir, por hidrólisis con ácido clorhídrico o ácido sulfúrico. Esto crea una gran confusión. ¿Por qué ocurre esto?

La solución al problema la da un notable fisiólogo danés, Henriques, en el año 1907 al descubrir que la hidrólisis ácida de las proteínas destruía uno de estos aminoácidos esenciales, el que llamamos triptófano. Es decir, que la diferencia entre un hidrolizado de proteínas con enzimas y un hidrolizado de proteínas con un ácido consistía en que el ácido destruye uno de los aminoácidos que son indispensables para nuestra nutrición.

La idea que existe sobre los aminoácidos esenciales, la determinación de las cantidades de ellos que necesitamos, va a verificarse esta vez del otro lado del Atlántico, en la Universidad de Yale, por dos investigadores norteamericanos: un bioquímico llamado Mendel y otro bioquímico interesado en el área vegetal llamado Osborne, quien conocía muy bien la composición de las proteínas de

las plantas. El método de trabajo de estos investigadores merece la pena porque nos lo vamos a encontrar, dentro de un momento, con el descubrimiento de las vitaminas. Consistía en administrar determinadas proteínas y si no mantenían el crecimiento, añadirles distintos aminoácidos para ver si efectivamente al añadir un aminoácido los animales crecían bien. Y ver, entonces, si es que esa proteína carecía de tal aminoácido. Esto es lo que permitió que ya para los años veinte conociéramos exactamente que son unos ocho aminoácidos los que el hombre adulto necesita. Y que el papel fundamental de las proteínas, aunque no el único, es el de administrar estos aminoácidos indispensables más una cierta cantidad de aminoácidos que nosotros podemos transformar unos en otros.

Lo más interesante, quizá, de este estudio de las proteínas es que en el momento actual sabemos cuáles son nuestras necesidades proteicas, aunque las hemos ido reduciendo bastante. Ahora mismo creemos que con unos 0,8 gramos por día de proteínas (unos cincuenta y seis gramos para una persona de setenta kilos) es bastante.

Mientras que a principios de siglo, Voit, en Alemania, había creído que eran unos ciento veinticinco gramos los que se necesitaban; con catastróficas consecuencias para Alemania. Hay quien cree que la pérdida de la guerra por Alemania en el año 1918 se debió a que habían puesto tanto énfasis en el suministro proteico que no tenían bastantes cereales para comer los animales y las personas. Sea como sea, el hecho es que sabemos ahora que las necesidades de proteínas son superiores a las simples necesidades de aminoácidos esenciales. Esto nos crea un problema que tanto al profesor Várela como a mí nos intriga muchísimo. No podemos creer que el papel nutritivo de las proteínas se deba solamente al aporte de aminoácidos esenciales, sino que necesitamos —digámoslo así— una cierta cantidad de nitrógeno. Lo que ocurre es que podemos añadir otros aminoácidos no esenciales para completar las necesidades totales de proteínas.

A fines del siglo pasado podría creerse que conocíamos todo lo que había que conocer acerca de las necesidades nutritivas del organismo animal. Era una cuestión de combustibles, fundamentalmente hidratos de carbono y grasas; una cuestión de proteínas, como les acabo de decir; una cuestión de elementos minerales que obviamente se necesitan y que nuestro organismo no los puede fabricar (no es difícil comprender que un niño necesite calcio para formar los huesos que van creciendo con él).

Pero el problema de si podemos vivir con una dieta artificial que contenga todos los componentes de un alimento habitual como la leche no se plantea hasta el año 1880. Y se plantea en el año 1880 exactamente en el laboratorio de fisiología de la Universidad de Dorpat (Estonia), dirigido entonces por el gran fisiólogo alemán doctor Bunge. La persona que realiza estos experimentos

es el señor Lunin, un ruso, cuyo trabajo aparece en todos los libros de historia de la nutrición, pero no muy bien recogido.

La razón por la que Bunge induce a Lunin a hacer su estudio es que previamente otro investigador alemán llamado Forster, en el año 1873, había llevado a cabo en el laboratorio de Voit en Munich el primer estudio que yo conozco acerca de si los elementos inorgánicos son o no necesarios para la nutrición de los animales.

Este problema, curiosamente, no se plantea hasta entonces, a pesar de que sabemos desde tiempo inmemorial que hay toda una serie (por lo menos veinte) de sustancias inorgánicas distintas en nuestro organismo. Forster demuestra que los animales que reciben una dieta desprovista de sales inorgánicas mueren antes que los animales sometidos al ayuno. Esto es lo que mueve a Bunge y, a través de Bunge, a Lunin a realizar el experimento que se considera el punto de partida del descubrimiento de las vitaminas.

Efectivamente, ellos alimentaron unos ratones con una dieta desprovista de minerales que era difícil de preparar para animales de gran tamaño. Y se encuentran con que estos animales viven muy poco, pero viven un poco más que los animales sometidos al ayuno. La explicación que se dio fue que esto era debido a que el azufre de las proteínas se oxidaba, se transformaba en sulfúrico y que los animales se morían por una intoxicación ácida. Entonces hacen los experimentos correspondientes añadiendo una base, carbonato sódico, y encuentran que esto no prolonga la vida de los animales. Así que se les ocurre —Bunge era un gran especialista en el análisis de los componentes inorgánicos de los tejidos vivos, sobre todo, de la leche y de la sangre— añadir las cenizas de la leche; pero tampoco viven los animales. En cambio, los animales alimentados con leche viven perfectamente. Esto da lugar a que en la conclusión del trabajo de Lunin, que es su tesis doctoral, se afirme que debe haber algo en la leche y en los productos alimenticios en general desconocido hasta entonces y que es necesario para la alimentación.

La prueba definitiva de la existencia de estas sustancias, que son como Vds. habrán comprendido las que hoy llamamos vitaminas, se da casi simultáneamente en Holanda, en 1905, por un investigador holandés llamado Pekelharing y en el año 1912 por un investigador inglés llamado Hopkins, que obtuvo el premio Nobel más tarde por este descubrimiento. Pekelharing alimentó, también, ratones con una mezcla artificial en la que se encontraban todos los componentes de la leche entonces conocidos. Los animales, al cabo de cierto tiempo, dejaban de comer; empezaban a perder peso y se morían. Pero si a esta dieta se añadía una pequeña cantidad de leche insuficiente por sí misma para nutrir al animal, los animales crecían y se desarrollaban perfectamente. Pekelharing concluyó que debía existir en la leche una sustancia hasta entonces desconocida en cuya ausencia los animales perdían

el apetito, no eran capaces de asimilar los componentes bien conocidos de los alimentos, y acababan por morir —como él dice— de hambre en medio de la abundancia.

Lo interesante del estudio de Pekelharing es que pasó casi inadvertido porque fue publicado en una revista médica en holandés, poco leída fuera de Holanda. Así que el éxito fundamental se atribuye, por esta razón, a Hopkins, cuyos experimentos no aparecieron hasta 1912. Es verdad que los experimentos de Hopkins estaban posiblemente mucho mejor planeados. Trabajó con ratas mucho más perfectamente porque midió la velocidad de crecimiento. Así demostró claramente que las ratas alimentadas con la leche artificial dejaban de crecer, pero las que recibían leche artificial más un pequeño suplemento de leche crecían perfectamente. Después cambió las dietas. Quitó la leche a las que antes la recibían y empezaron a perder peso; añadió la leche a las que antes no crecían y empezaron a crecer. Esto demostró de manera clara que existía en la leche algo hasta entonces desconocido, que era necesario para la nutrición.

Hopkins —y esto tiene interés histórico, creo— llamó a estas sustancias factores accesorios de la alimentación. No se atrevió a dar ninguna idea acerca de su naturaleza química. Como saben, el nombre de vitaminas fue propuesto por un químico polaco, Funk, que trabajaba entonces en Londres en el mismo laboratorio que Hopkins, en el Instituto Lister. El nombre de vitaminas es completamente erróneo porque ninguna de ellas es una amina en el sentido químico, pero es un nombre que suena muy bien, que es muy bonito y no lo vamos a olvidar.

La historia de las vitaminas —podíamos pasar muchas horas hablando de ellas— es una de las páginas más brillantes de la ciencia moderna.

En el año 1926, cuando yo empezaba a interesarme por estas cuestiones, no conocíamos la estructura ni propiedades químicas de ninguna vitamina. Incluso, algunos de los grandes químicos de la época, como el profesor Barger, profesor de química orgánica en Edimburgo y un hombre muy conocido como gran químico orgánico, dudaba de la existencia de las vitaminas.

En el año 1948, veintidós años más tarde, se descubre la última de las vitaminas que conocemos, la vitamina B12. No se ha descubierto ninguna vitamina desde entonces. Así pues, en el plazo de sólo unos veintidós años se han descubierto las trece vitaminas que hoy conocemos. Hoy, además, sabemos su estructura y se producen todas industrialmente en los laboratorios. También conocemos mucho de su función y de los mecanismos por los cuales la falta de vitaminas produce las que llamamos enfermedades carenciales.

Es imposible contarles la historia de cada una de las vitaminas; quizá baste mencionarles que el primer paso se da cuando se trata de localizar en la leche

—recuerden que la leche es lo que nos sirve para demostrar la existencia de las vitaminas— en qué fracción se encuentran. Aquí aparece un alemán, el doctor Stepp, quien realiza los primeros experimentos demostrando que si los alimentos son extraídos con un solvente orgánico pierden la capacidad de servir como alimento a los animales; los animales dejan de crecer y acaban por morir. En cambio, si se añade el extracto graso de esos alimentos, los animales recuperan su capacidad de crecer y vivir normalmente. Esto quiere decir que estas sustancias, hasta entonces desconocidas, son de naturaleza grasa, de naturaleza lipídica. De ahí viene la división de las vitaminas en dos grupos: vitaminas liposolubles, que se disuelven en las grasas, y vitaminas hidrosolubles. Y se dividen en dos grupos porque se pudo demostrar (lo hizo McCollum en Estados Unidos) que en la parte acuosa de la leche existen también vitaminas.

El progreso realizado sobre el conocimiento de las vitaminas y su papel en la nutrición es tan extraordinario que no creo posible decirles más. Con esto debe bastarles para que tengan una idea de cómo se introduce históricamente el último concepto fundamental de nutrición que actualmente poseemos. Por consiguiente, los alimentos son, por una parte, combustibles o portadores de combustibles, concepto energético de la nutrición; por otra parte, portadores de sustancias que nuestro organismo necesita para fabricar sus propias estructuras, materiales de construcción; además son sustancias que nuestro organismo no puede fabricar y que son necesarias para la regulación de los procesos químicos que en el organismo continuamente se realizan.

Muchas gracias a todos.

BIBLIOGRAFIA

BRODY, S. (1945): Bioenergeícs and Growth, Reinhold Publishing Co., Nueva York.

BUNGE, G. YON (1901): Lehrbuch der Physiologie des Menschen, Vogel Verleg, Leipzig (tomo segundo).

CASAL, G. (1900): Historia Natural y Médica del Principado de Asturias, reimpresa y anotada por A. Buylla y R. Sarandeses, Escuela tipográfica del Hospicio, Oviedo.

CHICK, H. (1975): "The discovery of vitamins", Progress in Food and Nutrition, 1,1.

DAVIDSON, L. S. P., y PASSMORE, R. (1986): Human Nutrition and Dietetics, 8.a ed., Churchill Livingstone, Londres y Edimburgo.

DRUMMOND, J. C , y WILBRAHAM, A. (1957): The Englishman's Food, 2.a ed., Jonathan Cape, Londres.

ELMADFA, I., y LEITMANN, C. (1988): Ernährung des Menschen, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

FRUTON, J. S. (1972): Molecules and Life, Wiley Interscience, Nueva York.

GRANDE, F. (1982): Composición corporal y metabolismo energético, Discurso Ingreso, Academia de Ciencias, Zaragoza.

GRANDE, F. (1943): Las Vitaminas, Ibys, Madrid.

GRANDE, F. (1947): La Ciencia de la Alimentación, Pegaso, Madrid.

GRANDE, F. (1988): "La historia de la patata". Nutrición Clínica, 8, 50.

GRANDE, F., y JIMÉNEZ, F. (1940): "Tratamiento de la Pelagra por el ácido nicotínico", Rev. Clin. Española, I, 144.

HINTZE, K. (1934): Geographic und Geschichte der Ernährung, Thigme, Leipzig.

HOESLIN, H. VON (1988): "Deber die Ursache der acheinbaren Abhangigkeit des Umsatzes von der Grösse der Körpersoberflache", Arch. Anal Physiol. (Du Bois Reymond), I 1, 323.

KAYSER, CH., y HEUSNER, A. (1964): "Étude comparative du metabolisme énergétique dans la série animale", J. Physiol., 56, París, 489.

KEYS, A., y BROZEK, J. (1953): "Body Fat in adulty man", Physiol. Rev., 33, 245.

KEYS, A.; TAYLOR, H. L, Y GRANDE, F. (1973): "Basal metabollsm and age of adult man", Metabolism, 22, 579.

KLEIBER, M. (1975): The fire of life. An introduction to animal energetics, 2.a ed., Krieger publshing Co., Huntlnton, Nueva York.

KROGH, A. (1916): The respiratory exchange of animáis and man, Longmans Green, Londres.

LEHNINGER, A. L. (1965): Bioenergetics, W. A. Benjamín, Inc., Nueva York.

LUSK, O. (1928): The elements of the Science of nutrition, 4.a ed., W. B. Saunders Co., Flladelfia.

Me COLLUM, E. V. (1953): "My early experiences in the study of foods and nutrition", Annual Rev. Biochem., 22, 14.

NUTRITION REVIEWS (1984): Present knowledge in nutrition, The Nutrition Foundation, Washington DC.

PETTENKOFER, M., y VOIT, C. (1866): "Untersuchungen über den Stoffwechsel des normalen Menschen", Zeitschrift f Biol., 2,459.

RANDOIN, L., y SIMMONET, H. (1927): Les données et les inconnues du problème alimentaire. I. Le problème de l'alimentation, Les Presses Universitaires de France, París.

ROTHSCHUH, K. E. (1953): Gesch/chte der Physiologie, Springer, Berlín.

RUBNER, M. (1883): "Deber den Einfluss der Körpergrösse auf den Stoff und kraft-wechsel", Ze/ísch/t f 6/o/., 19, 535.

RUBNER, M. (1894): "Die Quelle der Thierischen Wärme", Ze/tschft f Biol., 30, 73.

RUBNER, M. (1892): "Die Gesetze des Energieverbrauchs ber der Ernährung", j . Deuticke, Leipzig.

SARRUS y RAMEAUX (1830): Rapport sur un mémoire adressé a l'Académie Royo/ de Médecine, 3, París, 1094.

SCHMIDT-NIELSEN, K. (1972): How animal work, Cambridge University Press, Londres.

STEPP, W., y GYÓRGY, P. (1927): Avitaminosen und verwondte K. ankheitszustände, Springer, Berlín.

TANNSHILL, R. (1973): Food in History, Stein and day, Nueva York,

TOUSSAINT-SAMAT, M. (1967): Histoire naturelle et morale de la Nourriture, Bordas, París.

COLOQUIO

P. ¿Se podría vivir con píldoras?

R. De píldoras, no. Como Vds. saben en este momento, esto ha sido en parte estimulado por el problema de los viajes interplanetarios. Unos americanos pensaron que a los astronautas había que alimentarles con productos puros y se fabricó lo que se llama la "dieta química". Estas mezclas son perfectamente satisfactorias.

Lo bonito de esto es que parece, efectivamente, que conocemos todo lo que es necesario para nuestra nutrición. Así, una persona como nosotros necesita todos los días unos trescientos cincuenta gramos de hidratos de carbono y unos dos microgramos de vitamina B12. Por tanto, una mezcla de las cincuenta sustancias necesarias en determinadas proporciones es suficiente. Esta mezcla, que es lo que llamamos la dieta química, es perfectamente satisfactoria tanto para los animales de experimentación como para el hombre. Esto está muy bien documentado. Es más, si Vds. la suspenden en un medio acuoso la pueden administrar intravenosamente. Esto, todos los días, está salvando vidas en los hospitales; tanto a personas que, por una razón u otra, han sufrido operaciones quirúrgicas como a las que, por lo que sea, no se puede alimentar por su vía normal. Por consiguiente, esto está para mí muy claramente establecido.

Otra cuestión es la pregunta que se me ha hecho. ¿Podemos administrar esto en forma de píldoras? Evidentemente sí; pero como les acabo de decir, es muy difícil que esa mezcla tenga menos de trescientos cincuenta gramos de hidratos de carbono; quizá, unos setenta gramos de proteínas, unos cien gramos de grasa, más un poco de calcio, de sodio..., todas estas cosas. Es muy difícil que una persona normal pueda alimentarse con menos de medio kilo de esta mezcla. Naturalmente, Vds. pueden poner esa mezcla en forma de pastillas, si quieren; pero si las hacen como las pastillas de aspirina, que son de medio gramo, pues tienen que tomar al día mil pastillas. El día no tiene más que mil cuatrocientos cuarenta minutos, de los cuales uno pasa durmiendo, generalmente, cuatrocientos y pico (ocho horas). No les queda casi ni un minuto por pastilla.

P. ¿La oxidación de los alimentos facilita el envejecimiento o es conveniente tener algún antioxidante?

R. De esto tenemos muy poca idea, desgraciadamente. No estoy yo seguro, y nadie lo lamenta más que yo, de que nosotros no conozcamos lo bastante para saber si podemos retrasar el envejecimiento por medios dietéticos. Como posiblemente han oído —si se interesan por estas cuestiones—, en el momento actual una de las cosas que creemos que favorece el envejecimiento es la formación de productos anormales de oxidación en exceso. En ese sentido hay gran entusiasmo por las vitaminas antioxidantes como son la vitamina C y la vitamina E, pero lamento tener que decirle que yo no tengo ninguna prueba convincente, o que me parezca convincente, para decir que por tomar mucha vitamina E se va a vivir más.

P. Qué relación puede tener el cáncer con la nutrición?

R. ¡Ah! sí, muy importante pregunta. En realidad, plantea un problema que es más amplio incluso que el problema del cáncer. Hasta más o menos la mitad del presente siglo, todo nuestro interés estaba en descubrir nuevas sustancias

necesarias para la nutrición. Como les acabo de decir parece que las conocemos todas. El estudio de la nutrición a partir de la mitad de este siglo, desde la terminación de la Segunda Guerra Mundial, se ha orientado en el sentido de decir que es posible para países como el nuestro preparar infinidad de dietas que son todas suficientes para satisfacer sus necesidades de energía y nutrientes. Pero hay algunas cuyo consumo habitual parece favorecer el desarrollo de ciertas enfermedades, sobre todo, de las que llamamos enfermedades degenerativas que son la principal causa de muerte en los países desarrollados, entre ellas está el cáncer.

Bien. Hasta ahora, esa manera de ver el problema de la nutrición humana ha tenido un gran éxito en lo que se refiere a las enfermedades cardiovasculares porque tenemos un mecanismo explicativo. Por ejemplo, sabemos por qué el consumo excesivo de grasa le eleva a Vd. el colesterol. Con el cáncer no tenemos todavía datos definitivos. Hay muchas observaciones. Ahora le voy a contar algunas.

Sabemos que la incidencia de cáncer y la mortalidad producida por diferentes formas de cáncer varían considerablemente de unos países a otros; por ejemplo, en Japón el principal cáncer para hombres es el cáncer de estómago. Es tanta la frecuencia que hay una película japonesa en donde aparece una radiografía del protagonista con cáncer de estómago. En cambio, el cáncer de estómago es poco frecuente en EEUU y en España está disminuyendo su frecuencia. Sin embargo, el cáncer de colon es enormemente frecuente en EEUU, mientras que es casi desconocido en los países más pobres del sur de Asia y del centro de África.

Cánceres genitales como en cáncer de mama en la mujer, el cáncer de útero, el cáncer de ovario son más frecuentes en poblaciones en las que el consumo de grasa es muy elevado. Pero los datos que yo conozco no han hecho un buen análisis de la calidad de la grasa y no le puedo decir qué grasas son mejores o peores.

Lo mismo ocurre con el cáncer de próstata en el hombre. No hay duda que todos estos datos sí indican que tiene que haber alguna relación. Sin embargo, hay otros datos que a mí en estos momentos me interesan más. Así, la aparición del cáncer de colon ha dado lugar a esta idea de la fibra, de que hay que tomar mucho residuo no digerible, para que los movimientos intestinales sean rápidos, etc. Esta es la segunda vez que aparece en la historia. A principios de siglo se pensaba lo mismo por otras razones (entonces era por la autointoxicación intestinal), pero las pruebas no son convincentes. Experimentalmente nunca se ha podido demostrar que el darles a animales que puedan desarrollar cáncer de colon más fibra resuelva el problema. Yo no tengo nada en contra de que la gente tome fibra y vaya cómodamente al baño todos los días, pero veo más difícil que podamos prevenir el cáncer de colon.

El camino que a mí me parece más interesante en este momento es un camino que está relacionado con lo que llamamos componentes no nutritivos de los alimentos. No sé si Vd. sabe que —es una cosa importante y Vd. me da la ocasión de contarla— los alimentos contienen cientos de cosas que no tienen nada que ver con nuestra nutrición. Una patata tiene aproximadamente unos ciento cincuenta compuestos químicos diferentes —le estoy hablando a Vd. de una patata normal, no una patata contaminada— y de ellos quizá cuarenta o cuarenta y cinco tienen que ver con esas cincuenta sustancias que nosotros necesitamos; pero las demás están ahí y no sabemos para qué.

Hay unas observaciones muy importantes, hechas por mi colega el profesor de patología de la Universidad de Minnesota, en que demuestra que los animales alimentados con dietas artificiales, es decir, dietas que no tienen más que elementos nutritivos, son más sensibles a los agentes cancerígenos que los animales alimentados con una dieta artificial a la que se añade algún alimento habitual. La pregunta que surge es qué hacen estas sustancias que están pasando por nuestro organismo todos los días (si la patata contiene ciento cincuenta, pues fíjese las que pasan por Vd. ya que aparte de patatas comerá otras cosas). Eso quiere decir que cientos y cientos de sustancias desconocidas que nuestro organismo no necesita para nada, que no tienen papel conocido en la nutrición, están pasando por nuestro organismo y nuestro organismo tiene que arbitrar medios para eliminarlas.

Los mecanismos que tiene, y que los conocemos bastante bien, son los llamados con el nombre genérico de "mecanismos de detoxicación". Consisten fundamentalmente en hidroxilarlos, transformarlos en compuestos que pueden salir por la orina, etc. Esto depende de unas deshidrogenasas no específicas que hay en el hígado que funcionan con citocromo p450; en fin, una serie de cosas cuyos detalles no hacen al caso.

El doctor Watenberg observó que las ratas de laboratorio alimentadas con dietas artificiales tienen menor actividad de deshidrogenasas que participan en la detoxicación. De manera que el problema se plantea en términos de suponer que esas sustancias tienen un cierto papel manteniendo activos los mecanismos de detoxicación.

P. ¿A qué llama Vd. sustancias artificiales?

R. No, no artificiales. Son sustancias que existen, sustancias químicamente definidas que no existen en los alimentos.

P. Me refiero a dietas artificiales.

R. (Prof. Grande). — ¡Ah!, dietas artificiales. Son dietas que no tienen más que componentes nutritivos: vitaminas, hidratos de carbono, proteínas, aminoácidos, sales minerales, etc. Es un campo que tiene un interés actual

enorme porque las enfermedades neoplásicas son la segunda causa de muerte en la mayor parte de los países adelantados. Ahora, a mí me parece que ésta es la idea más importante en el momento actual. Existe enorme cantidad de estudios, incluso expediciones a distintos países donde se comen dietas muy diferentes para ver si hay algún componente de la dieta que tiene un particular interés como estimulante de los procesos de detoxicación.

R. (Prof. Várela). En este sentido, un reciente informe del Real Colegio de Médicos del Reino Unido, aconseja, que sepamos por primera vez, el consumo de un alimento en concreto, sin que se conozca todavía el componente del mismo, responsable de su acción beneficiosa en la prevención, no solamente de algunos tipos de cáncer: verduras del género "brássica", es decir coles, coliflor, repollo, etc.

R. (Prof. Grande). Parece que es este género vegetal el que hasta ahora experimentalmente se ha demostrado más activo, como estimulante de los mecanismos de detoxicación. No es que estas sustancias sean per se anticancerígenas; son sustancias que favorecen el que los agentes cancerígenos que puedan penetrar en el organismo por diferentes caminos sean destruidos rápidamente.

P. Buenas tardes. Desearía que me contestaran a dos preguntas.

Primera, que me digan qué enfermedad provoca la falta de vitaminas. Y también quería que me aclarasen el tema de la leche, porque a veces te dicen que la leche es mala a partir de una cierta edad. Sin embargo, las amas de casa la tienen como una cosa excelente.

R. En cuanto a su segunda pregunta, es cierto que un gran número de personas son intolerantes al azúcar de la leche, la lactosa, no a la leche entera. Es ésa una historia muy bonita que se ha desarrollado también a partir de la Segunda Guerra Mundial. Entonces sabíamos que había personas, incluso niños, que no toleraban la lactosa de la leche, les faltaba la enzima necesaria para digerirla que se llama lactasa. Al no digerir la lactosa llega al intestino grueso, es atacada por las bacterias, fermenta, produce gases y todas las molestias consecuentes.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial, Norteamérica inunda el mundo con leche descremada en polvo que, claro, es casi una mezcla de lactosa y caseína. Y se encuentran con que esto sienta muy mal a muchas de las personas en distintos países. Se estudia muy bien y ahora sabemos que, efectivamente, la mayor parte de las razas humanas, con la única excepción de la raza blanca y algunas tribus del centro de Africa, es decir, casi un 80 por 100 de adultos de la raza humana son intolerantes a la leche. Esto significa, como ocurre con los mamíferos, que cuando se deja de amamantar ya no se necesita la lactasa para nada y la lactasa desaparece. Y la pregunta interesante es ¿por

qué en nuestra especie la seguimos conservando? Se supone que ha habido una mutación, que esa mutación favoreció a los grupos de población que luego se iban a alimentar con leche. Y ahora se encuentran Vds. que si hacen un análisis del número de personas tolerantes a la lactosa verán que el número disminuye conforme van del norte al sur. En los países escandinavos, al 99 por 100 de la gente se les puede dar toda la lactosa que quieran y verá que la toleran perfectamente. En cambio, en España o en Italia hay un 65 ó 70 por 100 nada más, ¿verdad? Hay un 35 por 100 de personas intolerantes a la lactosa. Es una historia muy bonita.

Respecto a la primera pregunta, la falta de vitaminas produce muchas enfermedades que llamamos carenciales. Las clásicas son la xeroftalmia, las alteraciones oculares por falta de vitamina A, el beriberi por falta de vitamina B1, la pelagra por falta de ácido nicotínico, el raquitismo por falta de vitamina D, el escorbuto por falta de vitamina C, etc. Son algunas de ellas conocidas mucho antes de que supiésemos que existían las vitaminas.

P. Quisiera preguntarle al profesor Várela —como le he oído decir antes que es gallego y se le nota— una pregunta un poco jocosa; ya he visto además que le gusta el tema también. En Galicia tengo oído, no sé si será mentira, que a los niños cuando estaban mal alimentados y tenían las piernas arqueadas se les metía en orujo. Esa es una forma de nutrir un tanto extraña, ¿verdad?, porque me imagino que sería por contacto que se metiera el alcohol del orujo. Y decían que les iba muy bien, que les enderezaba las piernas.

R. (Prof. Várela). Con el mayor respeto a las "vírgenes milagreiras gallegas", su comentario pertenece al mundo de la magia, si usted quiere de la milagrería, por supuesto no tiene nada que ver con la ciencia. Por otro lado no creo que el orujo se absorba por la piel, y además cuando está realmente bueno es cuando se toma por la boca.

Muchas gracias y hasta la próxima ocasión.