

LAS VITAMINAS (II)

Por el P. DR. EMILIO KAISER, S. J. — San Miguel

El fantasma asolador de enfermedades desconocidas recibió su más rudo golpe, en medio de la lucha antibacteriana, con el descubrimiento de las vitaminas hidrosolubles; ya que las vitaminas designadas con las letras B y C combaten eficazmente enfermedades muy dolorosas y arraigadas en la humanidad. La vitamina C el escorbuto; la vitamina B toda una serie de dolencias, puesto que este « factor hidrosoluble B », hallado por primera vez en la levadura y cáscaras de arroz, de hecho comprende varias vitaminas, que sólo se han logrado separar e individualizar con los métodos más modernos, químicos y biológicos. En la nomenclatura se las distingue, según el ejemplo de la vitamina D, con índices; de modo que el « complejo vitamínico B » comprende ahora las vitaminas B₁, B₂, con casi una docena de factores parciales, entre ellos 6 ó 7 indispensables para el hombre; además B₃, B₅, B₆, etc.

Después de haber considerado ya, como el benévolo amigo de CIENCIA Y FE recordará, las vitaminas liposolubles A y D (*), dedicamos el presente trabajo al papel que desempeñan las vitaminas hidrosolubles recién mencionadas. Más entendiendo que para muchos la Vitaminología es algo como el castillo de Doña Dorotea en que « todas las cosas van y suceden por modo de encantamiento », y al fin acaban por meter al ingenuo explorador en la jaula poco encantadora de animales de

(*) V. « Las Vitaminas (I) », en N.º 2 (1944). pgs. 101-125.

ensayo, nos parece menester evitar cuanta confusión pudiese originarse de una exposición prolija de los mil y un hechos relacionados con nuestro objeto. Pues aunque sea fácil distinguir con Sancho de media legua cosas de olor a piedra azufre de las que huelen a ambar, resulta empero bastante difícil comprobar la presencia y acción del factor vitamínico azufrado, denominado Tiamina, y más aun distinguirlo nítidamente de tantos otros factores reunidos en la letra B. Sea nuestro lema, por consiguiente, la discreción, limitándonos a exponer los factores que señalamos como siguen:

- 1.º Vitamina B₁ o Tiamina, factor antiberibérico o antineurítico;
- 2.º Vitamina B₂ o Riboflavina, Lactoflavina, factor de crecimiento;
- 3.º Vitamina B₆ o Piridoxina;
- 4.º La Niacina o ácido nicotínico, factor antipelagroso; es uno de los factores que se han separado del « complejo B₂ », ese avispero vitamínico todavía no del todo revisado, y cuyos factores se hallan casi siempre juntos, y también en sus funciones se completan o substituyen unos a otros; la misma Riboflavina es la genuina representante B₂ del « complejo B₂ ».
- 5.º La vitamina C o ácido ascórbico, factor antiescorbútico.

I. VITAMINA B₁, LA TIAMINA O ANEURINA

HISTORIA

Su historia, y a la vez la de la Vitaminología, comenzó en la antigua colonia holandesa de Java, hace unos cincuenta años. Allá estaba el Dr. Eijkman, encargado de la dirección de un Hospital de Estado — y le sobraba tiempo para cuidar su gallinero. Pero un día observó con extrañeza que algunas gallinas y palomas se movían de una manera muy rara: unas parecían borrachas; otras no podían mantenerse en pie y yacían acostadas; luego se les erizaba el plumaje; el cuello temblaba convulsionado y contrayéndose caía sobre la espalda; y al fin los animalitos perecían.

Al Dr. Eijkman le llamó la atención el hecho de que los fenómenos observados se asemejaban mucho a los de una temible enfermedad humana, muy difundida en Java y los países del Extremo Oriente, el beri-beri. El nombre es del indostani y significa «oveja», señalando el andar característico, anquilosado, entorpecido de los enfermos, parecido a la marcha de las ovejas. La enfermedad, a pesar de no ser contagiosa, causaba estragos entre los pueblos de la India Oriental, de las Islas Malayas, del Africa, del Brasil, con centenares de miles de víctimas por año. En el Japón, p. ej., murieron de beri-beri en un año más de 50.000 hombres; y en la guerra ruso-japonesa perecieron unos 75.000 rusos de esta enfermedad.

La ciencia distingue dos formas de beriberi:

- a) El *tipo seco*, caracterizado por debilidad muscular, anestesia de la piel, y parálisis, con degeneración fibrilar de los nervios, como efecto de una neuritis general, de modo que las piernas ya no prestan servicio, «paso de oveja», y luego pueden reducirse hasta el esqueleto.
- b) El *tipo húmedo*, en cambio, más común en los niños, se caracteriza por edema generalizado, hipertrofia y dilatación cardíaca que con frecuencia produce falla del corazón y muerte repentina.

Dicho sea de paso, que este cuadro de síntomas no ha de aumentar los motivos de miedo a quienes no todos los días se sienten despertar con las fuerzas físicas del noble Juan de Garay; mucho menos si no experimentan una duradera inapetencia, la cual, a menos que no tenga otra causa, aparece como uno de los primeros síntomas del beriberi.

Ahora bien, en aquellos años se había comprobado la complicidad de las bacterias en algunas de las epidemias más graves humanas y de animales. Citemos algunos pocos hechos de la historia de la Bacteriología para encuadrar debidamente en su ambiente científico al Dr. Eijkman cuando, en el año 1897, hizo las observaciones referidas. Unos veinte años antes, en 1876, Roberto Koch, médico alemán, había descubierto el bacilo del ántrax, que el genio de Luis Pasteur supo dominar en 1881, como en 1884 la hidrofobia; en ese mismo lustro, o sea en 1882, Koch publicó su descubrimiento del pernicioso bacilo de la tisis, y en el siguiente año dió con el bacilo de la cólera, primero en Egipto,

más tarde en la India. Luego se alistaban también los yanquis en las filas de esta Cruzada antibacteriana, logrando el primer señalado éxito cuando en 1893 Tibaldo Smith terminó su campaña contra el microbio de la fiebre de Texas que desangraba el ganado vacuno. Mientras tanto se practicaban en los años 1891 y 1894 las primeras inyecciones de suero antidiftérico en niños moribundos, con tal notable éxito, que los autores de esta operación atrevida, Emilio Behring en Berlín y Emilio Roux en París, discípulos de Koch y Pasteur, respectivamente, sentaban con esto la base científica de la preventiva vacunación antitoxina.

Nada más plausible, pues, para el Dr. Eijkman y el mundo científico, que la suposición de que los bacilos también causasen el beriberi. Y aun cuando las expediciones volvieran a Europa, sin haber capturado al bacilo culpable, el Dr. Eijkman seguía separando cuidadosamente las gallinas y palomas viejas de las nuevas que habían de reemplazar a las muertas, pero también se enfermaban las recién llegadas. Hasta el día en que por razones externas hubo un cambio en la procura de granos; entonces no sólo dejaron las aves sanas de caer enfermas, sino que las ya caídas se levantaron y recobraron pronto la salud.

¿Qué se había cambiado? Al parecer una cosa insignificante. Antes las aves del corral habían recibido los restos del arroz de la cocina; ahora comían arroz comprado en el mercado. El primero era arroz descascarado; el nuevo arroz aún tenía la cáscara de grano. En ésta había de encontrarse, pues, el nudo gordiano del beri-beri animal, y tal vez también del humano.

Primero había que comprobar la relación causal entre la enfermedad y la cáscara de arroz, por medio de experimentos ya usuales entre los bacteriólogos. De dos series de gallinas y palomas sanas, una tenía que comer exclusivamente arroz descortezado, la otra se alimentaba de arroz con corteza. Ahora bien, las gallinas y palomas alimentadas con arroz sin corteza enfermaron con los síntomas del beri-beri; las otras continuaron sanas, cacareando, arrullando y poniendo huevos. Se trocó después la alimentación de manera que las enfermas recibieron arroz con cáscara y las sanas arroz sin corteza; en poco tiempo, las hasta entonces sanas cayeron enfermas, y las enfermas recuperaron la salud. No había que buscar, por consiguiente, bacilos en los enfermos, sino alguna otra cosa en la cáscara de arroz que

évitara la neuritis del beriberi.

Por entonces aún nadie hablaba de vitaminas, pero sí todo el mundo de las antitoxinas de Behring y Roux. Y el Dr. Eijkman, desechando ya la teoría bacteriana en la etiología del beriberi, sostuvo la opinión que en el grano de arroz había una substancia venenosa cuya actividad en el organismo provocaría el beriberi; pero un antiveneno de la cáscara neutralizaría el veneno del grano. En realidad, esta explicación ofrece un ejemplo más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1929 con el premio Nobel. Pero la ciencia tardó un decenio más en abandonar la hipótesis bacteriana respecto al origen del beriberi, hasta que Funk (1911) consiguió extraer del salvado de arroz una mezcla de preparados muy activos, denominando la substancia protectora de beriberi « Vitamina », en el significado más de lo peligroso e infructuoso que es transferir una teoría de un campo de ciencia a otro. Con todo, este desacierto no impidió a la próxima generación reconocer el valor sobresaliente de los trabajos del Dr. Eijkman, distinguiéndole en el año 1 átomos de carbono, C; 18 de hidrógeno, H; 4 de nitrógeno, N; uno de oxígeno, O; 1 de azufre, S (sulfur); 2 de cloro, Cl; su fórmula es, pues, $C_{12}H_{18}N_4OSCl_2$. En esta forma

Química de la vitamina B_1

Una vez en posesión de la substancia pura, la ciencia no tardó mucho en establecer su fórmula bruta primero que acusaba la presencia de dos miembros del todo excepcionales en las vitaminas, a. s. un átomo de azufre y el grupo amina. Justamente a estas dos partículas se refiere la nueva denominación « tiamina », cuya primera sílaba se deriva del nombre griego del azufre, *théion* que alude a su empleo sagrado en la liturgia antigua como incienso. La molécula entera contiene 6 distintos elementos, y se compone de 12 átomos de carbono, C; 18 de hidrógeno, H; 4 de nitrógeno, N; uno de oxígeno, O; 1 de azufre, S (sulfur); 2 de cloro, Cl; su fórmula es, pues, $C_{12}H_{18}N_4OSCl_2$. En esta forma

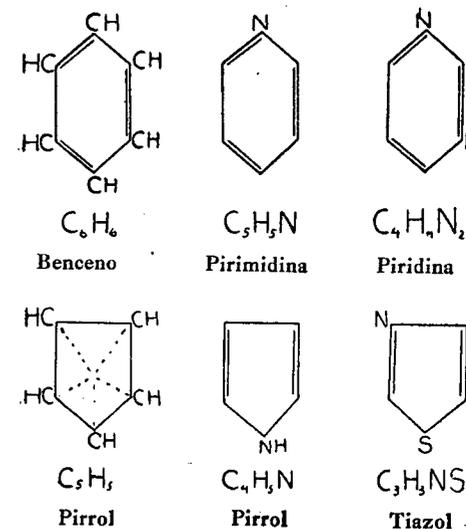
de cloruro-clorhidrato de tiamina se encuentra la vitamina en los preparados farmacéuticos. Sin embargo, pasaron diez años más con estudios muy prolijos hasta que se llegó en un segundo paso a descifrar la estructura molecular y realizar la síntesis de la vitamina, en 1937; estas operaciones eran consideradas durante mucho tiempo como irrealizables; pero sólo el centro de la tierra es inaccesible para el hombre. Para nosotros, la estructura de la tiamina ya no reviste especial dificultad si tomamos en cuenta dos nuevas nociones químicas, a saber:

- 1.º En el consabido anillo de configuración hexagonal, con 6 carbonos y 6 hidrógenos en los vértices, puédense sustituir uno o más carbonos por nitrógeno, resultando cuerpos bien distintos; la misma operación puede tener lugar en anillos pentagonales:

La Piridina se halla en la brea de hulla, etc., un líquido incoloro, de olor repugnante. Su núcleo está contenido en la vitamina B_6 y el factor antipelagroso.

La Pirimidina es la substancia madre de muchos productos químicos de gran importancia de la cafeína y teína p. ej.

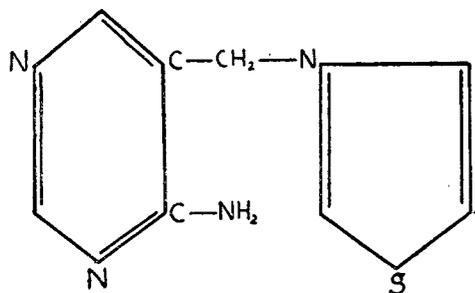
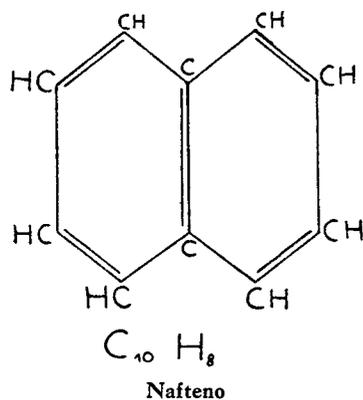
El Pirrol también se encuentra en la brea de hulla; su núcleo es la parte constitutiva de la materia colorante de la sangre, clorófila, etc.



2.° En el nafteno o naftalina existen dos anillos iguales de benceno químicamente unidos entre sí; de igual manera pueden combinarse también dos anillos distintos y formar un nuevo cuerpo con propiedades muy distintas de las de los componentes. Este caso observamos en la constitución de la tiamina; su esqueleto químico está compuesto de un núcleo pirimidínico con dos N, y otro anillo pentagonal de tiazol que se unen mediante un puente de metilo visible en el metileno CH_2 .

La tiamina que cristaliza en agujas finas de agrupación estrellada, y tiene un punto de fusión encima de 230°C , en solución neutra y básica está dissociada en sus dos componentes, solución ácida, los dos componentes vuelven a formar la tiamina.

La *Síntesis natural* de la tiamina tiene lugar en las hojas, y sólo a fuerza de la irradiación solar; luego está transportada a



Esqueleto de la tiamina

los lugares del crecimiento, en particular a las raíces, retoños y semillas.

También tienen la facultad de sintetizar la vitamina B_1 ciertos hongos y bacterias cuya presencia en órganos determinados, el intestino del lactante humano, p. ej., contribuye eficazmente a prevenir una deficiencia total de B_1 y de este modo evitar peligros de vida remotos.

La tiamina experimenta inactivación o *destrucción* fuera del organismo sólo por cocción prolongada a alta temperatura. Calentada una hora a 120° , se pierde un 50%; si la cocción, de las papas, p. ej., se hace en agua, la vitamina pasa al agua.

En el organismo animal, la tiamina, para desempeñar mejor su papel fisiológico, se sujeta a dos nuevas operaciones químicas. Después de ingerida, la tiamina se combina en la mucosa intestinal con el ácido fosfórico, sin modificar en nada su estructura interior molecular; en ésta forma combinada —semejante a una medalla con anverso y reverso— la aneurina actúa en el organismo y también está almacenada en los órganos.

Al fin se la encuentra en tejidos animales y la levadura unida con una albúmina —medalla con cadenita—, formando un verdadero fermento, la carboxilasa de la levadura, que en la fermentación alcohólica desdobra el grupo carboxilo $-\text{COOH}$ del ácido pirúvico; por esta razón la aneurina con el ácido fosfórico es también denominada co-carboxilasa.

Mucho ha llamado la atención la observación de que la carne de la carpa y algunos otros peces de agua dulce inactiva y destruye la tiamina; alimentando durante tiempo prolongado zorros plateados con carne cruda de carpa, éstos presentan síntomas de beriberi; y lo mismo se ha notado en la cría de peccs.

La substancia destructora que más abunda en los tejidos viscerales y sobre todo en la sangre de la carpa se cree identificada con una proteína de carácter enzimática, y muy termolábil que actúa descomponiendo la tiamina en sus dos anillos.

Distribución en la Naturaleza

La tiamina, a pesar de encontrarse en el *reino vegetal* sólo en cantidades casi imponderables, lo domina todo, siendo indispensable a todas las células vivas. Los microorganismos más primitivos, las bacterias, los bacilos, hongos etc. dependen en su desarrollo de la tiamina. Unos de ellos muestran una marcada preferencia a uno u otro de los anillos moleculares; el hongo *Mucor ramannianus* p. ej. necesita para su desarrollo sólo el anillo del tiazol; en cambio, el fermento *Endomyces vernalis* requiere el anillo de la pirimidina. Pero el hecho de que la tiamina se encuentra en todas las partes vivas de las plantas de mayor grado evolutivo y donde se acumulan sustancias nutritivas para el germen, como en los gérmenes de trigo, las semillas de determinadas legumbres, demuestra la benéfica acción de la tiamina para el crecimiento de los vegetales. La horticultura ya ha hecho uso de estos nuevos conocimientos, ante todo en la siembra de estacas de ciertas plantas y el trasplante de arbustos y árboles. Una sensibilidad muy extraordinaria demuestra la raíz de tomate, que acusa crecimiento en una solución conveniente que en 4.000 litros de agua contiene sólo una millohesima de gramo de tiamina, mientras que no puede crecer sin la vitamina; la solución activa corresponde a la proporción de 1 : 4.000.000.000.000, suficiente como para comprobar la presencia de la tiamina; test de Robbins y Bartley.

Las verduras, legumbres, frutas, nueces, y con pocas excepciones todos los cereales, contienen tiamina; ricos son el germen de trigo, centeno, cebada y de maíz amarillo, pero ante todo el salvado de arroz, con 5 a 8 U. I. por g. de substancia (*), el salvado de avena, y el pan integral de cereales. Los padres que dan a sus hijitos un desayuno compuesto de una sabrosa sopita de salvado de arroz o avena con leche y pan integral, les regalan vitaminas A, B₁, B₂, C y D, lo que vale más que regalar cigarrillos o caramelos. El pan blanco no contiene tiamina, y muy poco la mantequilla; en cambio se encuentra en la cantidad de una U. I. por g. en las lentejas, porotos, higos secos, y sobre todo en guisantes, avellana y maní que aventaja a todos con 30 U. I. Pero las grandes masas del pueblo deben buccar su aneurina en la papa como fuente principal. Algunas variedades, como

la Mayestic, contienen en otoño hasta casi 50 U. I. por 100 g. de substancia; la cantidad de 350 g., hervida en las cáscaras, proporciona la mitad de la cantidad necesaria en tiamina, la cual durante el crecimiento se va acumulando en el centro del tubérculo.

En el Brasil lograron curar el beriberi artificial de animales mediante la fruta «Guyaba» del *Psidium Guayava*, fam. de las Mirtáceas, forma pomíferum.

En el Congo oriental, en cambio, se enfermaron 50 obreros de minas, y 4 de ellos murieron con los síntomas de beriberi, cuando debían cambiar su régimen alimenticio acostumbrado, basado en las bananas, por otro exclusivamente formado por flores de manioca.

La tiamina, ingerida con los alimentos puede acumularse durante poco tiempo en algunos órganos, sobre todo en el corazón, hígado y musculatura. Por esta razón, entre los alimentos de *origen animal* son los más ricos en vitamina B₁ el jamón crudo y cocido, carne asada de cerdo, riñones de cordero, cerdo y ternero, hígado y carne de vaca; hígado de pescado; los huevos de bacalao, merluza, platija, abadeja; el queso con poca grasa; la leche condensada y en polvo, la yema de huevo de gallina fresco, mientras que el huevo de 4 meses ya no tiene tiamina.

Necesidad

El determinar el peso de vitamina necesario para la salud, correrá siempre a cargo del investigador dotado de una balanza de precisión; y tratándose de la tiamina, la cantidad suficiente se calcula en 1 a 2 miligramos, o sea 300 a 600 U. I. diarias. Estos valores bastan a los requerimientos de un joven en pleno crecimiento y un fogonero de acorazado, respectivamente, pero bajan hasta 30 U. I. para niños de 2-3 años.

En el organismo del recién nacido no hay reservas de tiamina; el lactante depende del todo del aporte hecho con la leche materna, que a su vez depende de la alimentación; el embarazo y la lactancia aumentan mucho las necesidades de la madre en B₁; mujeres de las clases pobres, con alimentación deficiente

(*) U. I. = Unidad Internacional de tiamina, equivalente a 3 milésimos de mg.

de tiamina y los otros factores B, con frecuencia no pueden terminar felizmente la preñez. Borsook nos refiere que en la India meridional, donde la hipovitaminosis es general, los partos prematuros son tres veces más frecuentes que entre las mujeres de la India septentrional, donde el consumo de vitamina B₁ casi es suficiente. En casos de marcada deficiencia, las criaturas están sujetas a espasmos, edema, inflamaciones del canal intestinal, con diarreas, colitis, que a su vez impiden la acción específica de la ya subnormal cantidad de tiamina, y de este modo sigue abierta una canilla más por donde se pierden valores inestimables de energías étnicas. Un ejemplo ilustrativo de mortandad de niños de pecho causada por carencia de B₁ ofrecía la isla Nauru en la zona ecuatorial de la Melanesia: cuando el gobierno australiano les había prohibido a los indígenas la bebida alcohólica «toddy», preparada de leche de coco y muy rica en B₁, murió el 45 % de niños, en el primer año de vida; pero después de suministrarse a la población la vitamina B₁ en otra forma, la mortandad descendió a 9 %.

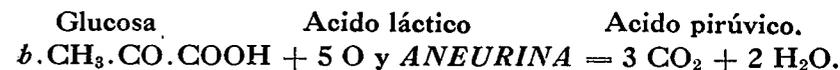
En el niño, la detención del crecimiento normal es uno de los indicios más conocidos de la carencia B₁, si bien volvemos a decir que todas las vitaminas son necesarias para el crecimiento y la salud.

En niños escolares subnormales, y también en niños y lactantes sanos con alimentación normal, se ha observado un notable aumento de peso y desarrollo físico por la administración adicional de concentrado B₁ de trigo o levadura, o de tiamina cristalina. Además, niños anémicos y llorones que ya han pasado de la lactancia, a menudo responden igualmente bien a un tratamiento diario de levadura nutritiva, como niños afectados de la corea infantil menor, la cual casi exclusivamente se manifiesta después de enfermedades infecciosas y en el período del mayor crecimiento.

Función de la aneurina

El papel propio y específico que la aneurina desempeña en la fisiología humana en manera indispensable e insustituible, ha de llamarnos la atención. Aun más poderosamente que las Novedades de la Calle Florida.

En la Introducción de la primera parte ya hemos señalado el destino de los hidratos de Carbono como materia de energía inmediatamente disponible; en el metabolismo están transformados, en primera fase, en ácido láctico, ácido pirúvico, etc., y éstos, en una segunda fase bioquímica de oxidación completa mediante la acción de aneurina en anhídrido carbónico y agua:



Las reacciones someramente representadas dejan ver la posición llave de la Aneurina; y además lo enigmático de cómo una molécula tan complicada como lo es la Aneurina actúe sobre una molécula tan sencilla como la del ácido pirúvico; pero lo decisivo es para nosotros el efecto biológico: la eliminación de un «veneno» destructivo, sin producir otros inconvenientes. En la carencia de B₁ pues, los dos ácidos, según las condiciones particulares existentes en la musculatura, miocardio, cerebro, hígado, etc., se acumulan en los tejidos y líquidos del organismo, provocando los síntomas y trastornos del beriberi. De este modo, la tiamina es la verdadera vitamina «antiberibérica», preventivo y remedio específico del beriberi, ante todo de las dolencias y trastornos neuríticos que tienen su origen en un aporte deficiente de B₁. La Neurología moderna trata con éxitos a veces inesperados un gran número de enfermedades neuríticas, sobre todo las polineuritis alcohólica, gravídica, tóxicas, luego las afecciones del sistema central y periférico, con esta vitamina que precisamente a raíz de esa acción específica sobre los nervios lleva el nombre A-neurina.

Para asegurar ese efecto principal y vital, la tiamina apenas ingerida con alimentos se transforma en una substancia apta de almacenaje orgánico, en el difosfato de tiamina, que es nuestra *Aneurina*. Convenía volver a este hecho anteriormente explicado; porque en cuanto a la proporción entre la aneurina y la tiamina en distintos órganos, encontramos la aneurina en el cerebro en un 100 %, en el hígado hasta 90 %, en el miocardio cerca de 80 %: es decir, que los órganos más sensibles a las consecuencias de un metabolismo anormal tienen toda o casi toda la dotación vitamínica B₁ lista para entrar inmediatamente en acción.

El metabolismo directamente controlado por la Aneurina es,

como ya aparece de los antecedentes, el de los carbohidratos. Un aumento notable en el consumo de azúcar, papas, productos de harina, en excursiones fatigantes, por ejemplo, en el embarazo, sea también el de animales, etc., elevan la cantidad de tiamina que el organismo necesita, de modo que los síntomas de beriberi son bastante frecuentes, también en países de alta cultura, y sobre todo en las clases obreras y menesterosas; mucha aneurina se gasta en el curso de enfermedades febriles y del paludismo, de modo que no pocas veces la reconvalecencia se ve dificultada por las dolencias neuríticas, cardíacas u otras de beriberi secundario (*).

(*) A esta altura del estudio, durante una estada breve en una ciudad andina, me llamaron de un barrio para atender espiritualmente a una joven enferma de 18 años, que había sufrido un repentino ataque cardíaco. Al oír la primera relación del caso estuve ansioso de ver si acaso se trataba de un caso beribérico. Cruzando las construcciones humildes de adobe de poca seguridad sísmica, entré a un patio donde había un crecido número de familiares y amigos. Primeramente se me pidió que tuviera paciencia, que el curandero estaba en ese momento con la enferma. « Buen muchacho es, me dicen; ¿quién sabe si el mal no viene por mano impuesta para hacernos daño? Pues primero un poco de brujería que no puede hacer mal, luego usted con su bendición ». « Pero, ¿cómo no habéis llamado al médico? », les dije yo. « Sí, vino y dió un calmante, me contestaron, pero no tuvo mucho efecto; no le tenemos mucha confianza al doctor; sólo al brujo y a usted, Padre ». En ese instante sale, apoyada por amigas, la enferma, algo mareada, cansada, pero con buen físico, al parecer. Cuando quiere sentarse, las piernas ya no le obedecen bien, los brazos hacen movimientos involuntarios que pronto cobran fuerzas, estirándose sobre el sillón, agarra los sacos de los hombres que procuran tenerla firme, mientras entre sollozos salen de su boca cerrada gritos agudos y penetrantes. Este es el momento psicológico para rezar las oraciones de la Iglesia « pro puero infirmo ». Al terminarlas la enferma se calma, el ataque del « baile de San Vito » va cediendo y los espasmos, después de tres minutos, desaparecen; uno anterior de la mañana había durado casi tres horas largas. El hecho es que la joven declaró más tarde que se había sentido muchísimo aliviada por las oraciones, pero en nada por el curandero. Ese, sin embargo, recobró con el cese del ataque también su propia confianza; y después de ampararse detrás de sus « otros éxitos », para los cuales le había venido la luz también del cielo, puso su mano sobre el vientre de la enferma y haciendo algunos giros suaves: « Así habéis de hacer, dijo con cara bonachona, y mirar hacia arriba, si vuelve el ataque ». Pero ahora llegó el turno a la ciencia para pronunciarse. « ¿Cómo podéis creer tales brujerías, dije dirigiéndome a todos, cuando se trata de salvar o perder una vida? Esto no es cosa para los curanderos que no saben nada seguro, sino asunto muy serio de la ciencia; porque mediante la ciencia, y no de brujos, Dios nos comunica los secretos de la naturaleza, como bien podéis ver ahora. La niña está enferma no por una secreta maldición que se cure con una bendición o brujería, sino por no querer comer sino pan blanco, y por comer muchos bombones y pastillas, y... ». « Así es, así es, me interrumpe una mujer, mi nietecita no quiere comer otra cosa toda el día que bombones... ». « Pues por eso, seguí yo, esta buena joven está enferma, a mi juicio, de una enfermedad que llaman beriberi... y ahora les explico en breves palabras algo de lo mucho que nuestros lectores ya saben. Todos miran, escuchan... asombrados, animados. También la muchacha —agotada y enferma por los trabajos de

Mas la aneurina tiene algunas otras funciones vitales, no del todo aclaradas. No sólo interviene en el rápido desdoblamiento de los carbohidratos, sino también en la resíntesis de ellos a grasa y la acumulación de la grasa en los órganos y tejidos.

También es imprescindible su acción en el sistema gastrointestinal para conservar el tono fisiológico de la musculatura y la normal resorción, en particular de la grasa. Pero también es indispensable la *hormona de la corteza suprarrenal* que ha de transformar la tiamina ingerida en aneurina resorbible y activa sobre las grasas; de modo que la deficiencia de esta hormona cortical, aparte de su propia grave sintomatología, secundariamente también produce el cuadro clínico de beriberi. Una ayuda valiosa presta la aneurina con su acción sobre los carbohidratos a la hormona de los « islotes de Langerhans » del páncreas, la *insulina*.

Esta hormona, como es sabido, actúa sobre la glucosa de la sangre, regulando que el contenido quede dentro de los límites normales de 0,06-0,12 %; cualquier exceso de glucosa está oxidado por la insulina, o sintetizado en glucógeno que es como un « almidón animal » y por la acción de la insulina, también está almacenado en el hígado. Siendo pues la insulina el factor antidiabético de primer orden, su acción se ha visto reforzada en muchos casos por la aneurina, ese principal factor oxidante de la glucosa en músculos, cerebro, etc., por distintos que sean los mecanismos de acción de los dos factores, la vitamina B₁ y la insulina. Y no sólo ha podido la aneurina de la levadura seca, en casos semigraves de diabetes, sustituir a la insulina. Sino, como desmintiendo su cooperación, es capaz de atenuar la acción de grandes dosis de insulina que pueden producir el shok insulínico y la muerte. Puédese esperar sin más que la

fábrica con los cuales debía, siempre hambrienta, dar el pan y vestido a sus siete hermanitos menores privados del padre. Siguiendo el régimen recomendado para el caso, al cabo de algunos días no volvió a sufrir los temibles ataques de la corea menor; y la mejoría continuó en las próximas semanas hasta su admisión en una Casa de Caridad.

Sin embargo, ver que en toda aquella ciudad no se vendía a la población sino arroz descascarado, privándola de esta indispensable vitamina, me asombró dolorosamente, por autorizarse esta sustracción industrial aún hoy día, a despecho de los progresos de medio siglo.

aneurina esté también en correlación con la *tiroxina*, la hormona del tiroides que regula todo el metabolismo material del cuerpo. La ingestión de tiroxina que aumenta los procesos oxidativos, está acompañada de un mayor consumo de tiamina; en el hipertiroidismo de Basedow a menudo se manifiesta también una hipovitaminosis B₁ que se puede curar con extractos de levadura y la aneurina.

Acentuadas correlaciones existen entre B₁ y otras vitaminas. Se han observado efectos favorables de una alimentación rica en tiamina sobre las hipovitaminosis A y D, y a la inversa, la administración de mucha A aumenta, como la de la tiroxina, los síntomas de la carencia de B₁.

No cabe duda, pues, de que la dosificación y la aplicación de la aneurina exige, como la de cualquier otro medicamento, conocimientos concienzudos de la etiología patológica, que cada día está progresando en todas sus ramas y de esta manera reduce visiblemente en la Vitaminoterapia los « encantos » y desilusiones. Los progresos fundamentales, alcanzados por encima de la medicina popular, quedan bien ilustrados, en el campo de aplicación preferida de la aneurina, e. d. contra las distintas formas de Neuritis y Neuralgias, por una reminiscencia histórica.

Cuando CHARLES DARWIN, en su célebre viaje alrededor del Mundo, llegara en 1833 a Santa Fe, tuvo que guardar cama por un violento dolor de cabeza. En casos parecidos, refiere el famoso Naturalista, los santafecinos solían aplicar, entre muchos otros remedios extraños, una hoja de naranjo o un trozo de tafetán negro a cada sien del enfermo; y aún más usual era cortar un haba en dos partes y aplicarlas húmedas a las sienes donde se pegaban fácilmente. « Pero no se crea, sigue el autor en describir la costumbre, que sea conveniente quitar esas medias habas o esos trozos de tafetán; hay que dejarlos donde están hasta que se desprendan por sí solos ». El tafetán puede inducirnos a sospechar que la gente tampoco haya encontrado mucho alivio con el haba, a pesar del hecho de que la ciencia moderna ha comprobado en legumbres de este género, ante todo en lentejas, guisantes y haba de soya, un contenido muy elevado de tiamina. Hoy día se puede hacer desaparecer la jaqueca por un tiempo prolongado con inyecciones en « series » de aneurina en dosis elevadas.

II. VITAMINA B₂ s.pr., LACTOFLAVINA o RIBOFLAVINA

En forma pura, la vitamina B₂ fué por primera vez obtenida del producto lechero diario de 2000 vacas o sea del suero de 50.000 litros de leche. Por esa razón y la circunstancia de su coloración amarilla se la denominaba lactoflavina; pero después de encontrada en cantidades elevadas también en el hígado, levadura y otras fuentes, y comprobada su estructura química que presenta, unida a un complejo núcleo cíclico, una cadena lateral constituida por ribosa, se usa cada vez más la denominación riboflavina. Los investigadores norteamericanos la distancian del grupo vitamínico B con la designación « vitamina G »; y al fin de cuentas, el nombre de « factor termoestable del crecimiento », señala el efecto principal de su función. De todos modos, la gran importancia biológica de la riboflavina se pone de manifiesto al asignarle una parte muy activa en la oxidación de los alimentos, amén del crecimiento.

El punto de partida para las nuevas investigaciones que llevaron a uno de los mayores éxitos químico-biológicos modernos, era dado por dos observaciones: primero, en 1920, se comprobó que el valor vitamínico B de la levadura era debido a dos substancias distintas: una se destruía por calentamiento de la levadura en el recipiente cerrado, el autoclave, y tenía acción anti-neurítica; era pues la vitamina B₁. La otra substancia aún después del autoclave se conservaba activa para el crecimiento de la rata; y ésta se designaba como « factor termoestable del crecimiento » o vitamina B₂. Más tarde, desde 1932, estos escasos conocimientos se ampliaron en manera alentadora cuando químicos alemanes habían conseguido un principio activo en forma cristalizada de la clara de huevo, del suero de leche, de órganos animales, levadura, etc., y observaban que todos estos preparados activos tenían una coloración amarilla y una fluorescencia verdosa; la intensidad del color era proporcional al grado de la acción estimulante; todos estos productos naturales de casi idénticas propiedades se denominaban *flavinas*; se los encontraba muy difundidos en la naturaleza, eran solubles en agua y contenían nitrógeno. Por estas notas comunes, las flavinas se distinguían nítidamente de otros grupos de colorantes.

vegetales amarillos, como de los carotenoides entre los cuales hemos descrito el caroteno como Provitamina A. Tampoco se podía confundirlas con las flavonas cuya sustancia madre, la flavona con la fórmula empírica $C_{15}H_{11}O_2$, se ha encontrado en forma de una fina capa harinosa sobre las hojuelas y los pétalos de diferentes especies de Primuláceas. Algunos derivados de la flavona tienen importancia industrial en el teñido. Las flavinas de fuentes distintas se mostraban idénticas con la lactoflavina. Pero la cuestión principal era el esclarecer la relación química entre la lactoflavina y la vitamina B_2 .

La lactoflavina, de la fórmula bruta $C_{17}H_{20}N_4O_6$, pero de estructura entonces desconocida, se mostraba resistente a los ácidos, pero muy sensible a la luz que en un medio alcalino le hacía perder un grupo $C_4H_8O_4$, por lo cual el grupo restante, $C_{13}H_{12}N_4O_2$, también perdía la actividad estimulante, denominándose lumiflavina. El grupo en primer lugar mencionado recordaba la fórmula general de los carbohidratos, $C_nH_{2m}O_m$, tratándose a lo mejor de un derivado de una pentosa, e. d. de un azúcar con cinco carbonos.

Esta hipótesis, en efecto, permitió a los investigadores alemanes y suizos la síntesis de la lactoflavina, colorante activo que presenta la pentosa *d-ribosa*, unida al núcleo por sí inactivo de la lumiflavina. Damos a continuación la fórmula de la ribosa: $CH_2OH-CHOH-CHOH-CHOH-CHO$.

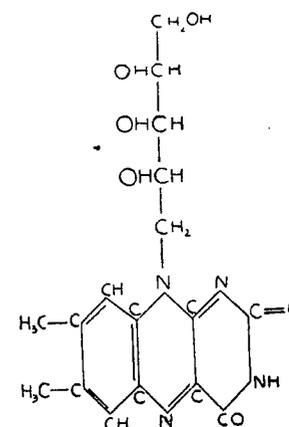
La lumiflavina misma ha sido analizada en 1934, y después sintetizada; se trata de un cuerpo químico cuya estructura resulta de la ciclización de sus grupos componentes que forman tres anillos exagonales entre sí unidos: ese núcleo, denominado iso-aloxacina, es propio de las *flavinas*.

De la síntesis completa de lumiflavina y ribosa resultaba pues la lacto o riboflavina cuyas propiedades fisiológicas se comprobaban ser idénticas con la vitamina B_2 ; por consecuencia, en el camino de las investigaciones de la lactoflavina se había hallado la vitamina B_2 que aún se mostraba activa en dosis de 0,10 millonésimas de gr. Pero flavinas que en vez de la ribosa contienen alguna otra pentosa, son menos o de ninguna manera activas.

El mecanismo de la actividad fisiológica de la vitamina B_2 revela, sin embargo, que la molécula de la riboflavina experi-

menta dos modificaciones adicionales que la adaptan y entonan para su acción específica. En primer lugar, la riboflavina —igual que la tiamina— se combina en el intestino con el ácido fosfórico, resultando el fosfato de riboflavina, que parece ser la forma activa de B_2 en el organismo; después se efectúa en la célula la fijación de B_2 a la proteína; y este compuesto entero, e. d. la riboflavina fosforilada + proteína se comprobó como idéntico con el clásico «fermento amarillo de respiración de Warburg» (1932), que se acumula —como también en pequeñas cantidades la riboflavina misma— en los órganos. Bajo esa forma de fermento amarillo, la riboflavina actúa como vitamina y a la vez como fermento, o sea catalizador bioquímico.

Antes de discutir las funciones y distribución de la riboflavina, vamos a transcribir la fórmula de estructura de la vitamina B_2 no fosforilada:



Se distinguen nítidamente la cadena lateral de la ribosa (en posición vertical), y el núcleo de la iso-aloxacina, con cuatro átomos de nitrógeno N; la valencia del átomo de nitrógeno es aquí la de átomos trivalentes que se expresa por tres rayitas hacia los carbonos tetravalentes. En los dos átomos de nitrógeno del hexágono central tiene lugar una parte de la acción oxidante de la lactoflavina, es decir, aceptar y transmitir hidrógeno.

Funciones de la riboflavina

Con lo que acabamos de decir estamos ya abordando la cuestión de la triple función que se le asigna hoy a la riboflavina, casi siempre, en estrecha cooperación con la tiamina, la Niacina y otros factores. Su carencia, denominada arriboflavinosis, se manifiesta en trastornos correspondientes a las funciones más afectadas.

La primera de esas funciones biológicas de B₂, y por la cual se la conceptúa como « factor de crecimiento », se ha demostrado ante todo en animales —rata, pollo y perro— que alimentados sin el B₂, acusan paro del crecimiento, y según el animal, síntomas diversos de carencia. En el hombre, se ha comprobado que niños de pecho que antes no aumentaban de peso, a un agregado de B₂ respondían con un aumento notable de peso y de talla. Ese efecto principal se debe a la acción de B₂ en los procesos de oxidación celulares, sobre todo en su forma de « fermento de respiración », como transportador del oxígeno atmosférico, transfiriendo el hidrógeno de sustancias que deben eliminarse, al oxígeno; cabe enumerar aquí los ácidos cítrico y málico, el alcohol etílico, etc.; por su oxidación completa resultan agua y anhídrido carbónico (*). Al desenvolvimiento normal de estas funciones celulares se debe ante todo el crecimiento, cuya activación mediante los productos « amarillos » tanto llamara la atención de los primeros investigadores.

La segunda función de gran importancia de la vitamina B₂ se refiere al órgano visual y el proceso de la visión. Ya lo deja adivinar el hecho de que el pigmento de la retina de los mamíferos y peces es uno de los tejidos más ricos en B₂, comprobándose no menos que 50 mg. por cien gr. de sustancia de retina en el bacalao. Pero aquí es menester completar algunos pocos datos bioquímicos de la riboflavina. Según lo expuesto anteriormente, su descomposición por la luz en un medio disolvente alcalino, da origen a un cuerpo inactivo, la lumiflavina. Pero en la retina podemos observar también otra forma de descomposición de la riboflavina, ya que por la *acción de la luz*

(*) Los mismos productos terminales como en la acción de la tiamina.

se transforma aquí en una sustancia incolora, reduciéndose a un leucoderivado en un proceso que parece *causar la excitación del nervio óptico*; ahora bien, si es que hay oxígeno, ese leucoderivado puede reoxidarse a riboflavina.

Un notable paralelismo de función aparece aquí entre la vitamina B₂ y la vitamina A, la cual se encuentra en cantidad extraordinaria en la grasa de la retina. Pues bien, en el año 1939 se descubrió que en la retina la vitamina A, con sólo asociarse a una proteína, forma la púrpura visual, o rodopsina; esa sustancia misteriosa está distribuida en los bastoncillos, los cuales son los elementos susceptibles de la visión acromática y crepuscular; la luz intensa descompone la púrpura visual y la transforma en amarillo visual que luego a su vez se retransforma en la oscuridad en púrpura visual; pero la velocidad de la recomposición depende del aporte de vitamina A; en su carencia, la regeneración procede muy lentamente, lo que se manifiesta en la hemeralopia y falta de readaptación tras encandilamiento, fenómenos que hemos descrito en la primera parte (pág. 106, 1944). La púrpura visual, sustancia sensibilizadora de los elementos retinianos de la visión crepuscular, depende pues en su función de *adaptación a la oscuridad*, de la vitamina A. Ahora bien, la vitamina B₂ desempeña un papel parecido respecto a la *adaptación a la luz*; su distribución anatómica en el pigmento epitelial de la retina le permite primero una función protectora de los conos que son los elementos sensibles de la luz cromática; y además los sensibiliza al convertir los rayos de onda corta en luz de onda larga de fluorescencia verde-amarilla. La carencia de vitamina B₂ provoca fotofobia, disminución de la agudeza visual y visión nebulosa; y como lo atestan alteraciones en la córnea y el iris, el mismo órgano visual puede quedar afectado por dicha carencia, aunque estas modificaciones no alcanzan en importancia aquellas que puede producir la hipovitaminosis A.

La relación específica de la riboflavina con la catarata es todavía discutida, pese a su denominación de « vitamina anticatarata ». Parece seguro que la catarata no debe considerarse simplemente como efecto de avitaminosis B₂, sino como proceso degenerativo que por la riboflavina puede ser retardado o detenido.

La tercera función específica de la riboflavina beneficia el

sistema nervioso. En animales se describen como formas de arriboflavinosis degeneraciones de nervios, parálisis de extremidades traseras, espasmos, etc. En lo que toca al hombre, por falta de datos precisos debemos todavía limitarnos de afirmar su necesidad para la salud de los nervios, no menos que es necesaria la aneurina.

Necesidad diaria y distribución de la riboflavina

Un gran número de investigaciones hechas por los institutos científicos de todos los países nos permiten aceptar sus resultados como normas directivas, a saber:

1) La necesidad mínima del hombre es de 1 a 2 mg., y para la salud óptima 2 a 4 mg.; no hay peligro de hipervitaminosis.

2) Los alimentos corrientes ya nos administran estas cantidades necesarias en medida suficiente, a no ser que estados extraordinarios —régimen basado equivocadamente en leche y pan blanco, embarazo, lactancia, etc.—, impongan una corrección adecuada. Para obtener un resultado rápido, se usan inyecciones de « Lactoflavina », etc., o extractos de hígado totales que contienen grandes cantidades del fosfato de riboflavina.

En la *Naturaleza* encontramos esta vitamina muy difundida por ser indispensable a todos los seres vivos, aunque carezcan de ojos y nervios.

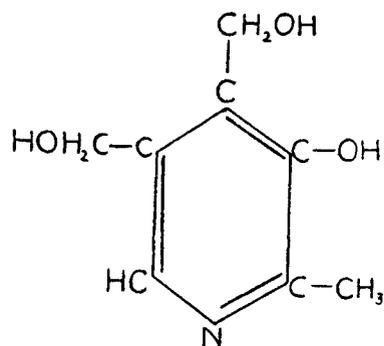
Entre los Vegetales se recomiendan por su alto contenido de « fermento amarillo » la espinaca, lechuga, repollo, acelga y coliflor. Entre las legumbres, las chauchas, los guisantes y el maní son aún más ricos que las verduras. Las semillas de centeno y de trigo sólo en germinación son fuentes excelentes, y sobre todo la levadura; las frutas contienen menos B₂ que B₁; pero por su riqueza cabe mencionar la pera, el damasco, pasa de uva y de ciruela, el zapallo. En ciertas regiones del Japón y Laponia sirven de alimento algunas algas marinas con elevado contenido de riboflavina, lo que, sin embargo, no ha llevado el crecimiento más allá de los límites de la raza. El pan integral que nuestros antepasados comían cada día, parece haber producido mejor efecto, puesto que aventaja en B₁ y B₂ a todas las frutas y verduras.

En el Reino animal, el organismo almacena la riboflavina en forma de « fermento amarillo », sobre todo en los riñones, hígado

y corazón. El hígado de vaca, los riñones de cerdo y ternero contienen por 100 gs. de substancia 2 a 3 mg. de riboflavina. El factor de crecimiento se halla, por supuesto, en abundancia en huevos de pescado, de gallina y de pato. La leche materna y la de vaca bien conservada o también pasteurizada, contienen suficiente vitamina B₂ para la primera edad y la niñez, siempre que se la administre en cantidad suficiente, un cuarto litro y aún medio litro por día, según la edad. Siendo el factor termoestable, resiste bien el calentamiento; pero la leche pierde unos 70 % del contenido en riboflavina cuando se la expone durante 3 horas a la luz directa de sol, mientras que nada pierde guardada a oscuras.

III. VITAMINA B₆, ADERMINA, PIRIDOXINA

Esta vitamina es todavía una pobre huérfana de la ciencia. Se habla poco y todavía se sabe menos de ella, cambiando de nombre en la mano de todo el que la apadrina. B₆ la llamaban por presentarse sexta en la serie B al examen de los investigadores; después « adermina » por su acción específica sobre la piel (*derma*) de las ratas, como la aneurina la ejerce sobre los nervios; pero tan pronto como se descubrió que su acción es distinta en la rata y el hombre, y en el hombre, algo semejante, a la de la aneurina, le cambiaron de nuevo el nombre, que ahora, a pesar del rótulo de la cuna química, puede encantar también a los filólogos: Piridoxina. Su núcleo de Piridina se halla representado entre los gráficos que ilustran la Química de la tiamina (pág. 83); la sílaba « oxina » deja constancia de la presencia de los grupos oxhidrílicos unidos al núcleo piridínico. La fórmula empírica de la piridoxina, obtenido de la substancia cristalizada en 1938, es C₈H₁₂NO₃; la estructura de la molécula es la siguiente:



La Piridoxina se ha probado ser necesaria en el perro, el cerdo para la función normal del sistema nervioso central, y la formación de la sangre; pero al organismo humano también le hace falta.

Enfermos, en quienes el insomnio, nerviosidad, irritabilidad, astenia e inseguridad en caminar resistían a un tratamiento prolongado con otras vitaminas, se sanaron dentro de 4 a 24 horas por una sola inyección de 50 mg. de B₆. Se refiere en la obra alemana de Stepp-Kühnau-Schroeder el caso de un enfermo de pelagra que diariamente podía sólo dar algunos pasos; pero el día que siguió a la inyección tan cuantiosa de B₆, anduvo 3 km.

La vitamina B₆ se encuentra ante todo en la levadura, en germen, salvado y grano entero de arroz, trigo y maíz; en carne de pescado, hígado de vaca, en la leche y algunas verduras (lechuga, espinaca, etc.). El requerimiento diario del hombre sano de B₆ parece oscilar entre 1 a 2,5 mg. De todos modos se ha comprobado que la Piridoxina, necesaria para el crecimiento de organismos primitivos (bacterias, por ejemplo), también en mamíferos favorece el desarrollo, de modo que se presenta como factor de importancia biológica universal.

IV. EL FACTOR ANTIPELAGROSO (ACIDO NICOTINICO, NIACINA o PP)

¡La pelagra! ¡Pesadumbre de los pueblos desde hace tres siglos, en escala siempre creciente! Ya en el siglo XVIII había que levantar hospitales para pelagrosos. Y un hospital significa dolores, congojas, heridas purulentas... y además... ataúdes.

De los recién muertos se sabía sacar microfotografías tan instructivas, quinientas por milímetro de la médula vertebral; pero la verdadera causa de tantos dolores y tanta mortandad los médicos no la conocieron hasta el año 1926. Y por evitar ser tachados de ignorantes, algunos de autoridad por demás irreprochable, hablaban de un chupasangre cruel, insecto del género *Simulium*. Ese, o algún otro insecto mal intencionado, había de actuar como transmisor del germen biológico de la pelagra. Una vez más se repetía el caso del doctor Eijkman, ya descrito; esos sabios bien intencionados transferían los resultados maravillosos, obtenidos por otros investigadores en otras enfermedades, al campo desolado de la pelagra.

Si Anópheles era el comprobado transmisor del paludismo, y las Tsé-tsé o Glosinias las transmisoras de la nagana y de la enfermedad del sueño ¿cómo no podía imputarse a *Simulium* los estragos de la pelagra? Mas *Simulium* no les daba a sus calumniadores la satisfacción de dejarse sorprender en actos inhumanos; y la misma ciencia le salvó del aniquilamiento total, cuando logró demostrar, primero, el carácter de la pelagra como avitaminosis, y luego, en 1936, comprobar como factor anti-pelagroso el ácido nicotínico y su amida.

El nombre pelagra, del italiano « pelle agria » señala el síntoma más característico de esa enfermedad antes tan difundida en países con alimentación casi exclusiva de maíz, sobre todo en Italia —rosa milanesa—, Rumania, Egipto, España, Sur de los EE. UU., etc.; la carencia de ciertos factores necesarios que no se encuentran en el maíz, da origen a trastornos que afectan principalmente la piel, el tubo digestivo y el sistema nervioso.

En la *piel* aparece un eritema, ante todo en las partes expuestas al sol: cara, nuca, manos y antebrazos, semejante al eritema solar, y seguido por descamación. En la punta y los bordes de la *lengua* se observa hinchazón y enrojecimiento que luego afecta todo el órgano. Las disfunciones gastro-intestinales se manifiestan en diarreas persistentes, inapetencia, anemia, etc. En los casos más graves ocurren *trastornos nerviosos y psíquicos*, dolores cerebrales y lumbares, insomnio, depresiones y delirios, y hasta demencia —estados desequilibrados que a menudo hacían crisis en suicidios, homicidios y actos incendiarios. La mortandad alcanza hasta el 70 % si no interviene a tiempo el

tratamiento adecuado. En los EE. UU., ante todo el Sur, se contaban, muy pocos años ha, unos 400.000 enfermos de pelagra, que también formaban una población considerable en los manicomios. Recién se ha logrado combatir con toda eficiencia esa terrible enfermedad, provocada como avitaminosis múltiple por la carencia de las vitaminas B₁, B₂, del factor antipelagroso y además de proteínas de primera clase.

El factor antipelagroso, o « Preventive Pelagra-factor », PP, se ha encontrado primero en la levadura fresca —verdadero manantial vitamínico— y en extractos hepáticos que ya se habían empleado con éxito en el tratamiento de anemias y de la pelagra. Finalmente se consiguió aislar de ellos el factor PP en forma pura e identificarlo como ácido nicotínico y su derivado, la nicotilamida; por lo cual ese factor también se designa con la palabra Niacina. También son fuentes de este factor las coles, arvejas, jugo de tomate, haba de soya, salvado de arroz, leche natural y suero, hígado y carne de vaca, salmón, arenque, etc.

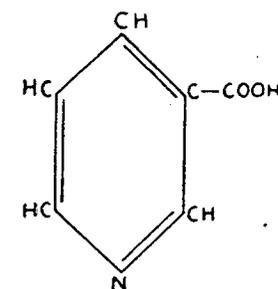
La función fisiológica del factor PP en el hombre, igual que en los mamíferos superiores, se asocia a la de la riboflavina. Las dos sustancias intervienen, en las moléculas muy complejas de fermentos orgánicos, en la oxidación bioquímica de alimentos del tipo de carbohidratos, en la asimilación fisiológica de compuestos proteicos, ante todo vegetales, y hasta en la transformación de carbohidratos en albúmina. Esa cooperación de B₂ y PP explica el hecho de que el tratamiento de la pelagra consiga por regla su éxito sólo por la administración simultánea de B₁, B₂ y PP. Hasta el delirium tremens, considerado por algunos autores como una forma aguda de locura pelágrica, se ha visto ceder en algunos caso al tratamiento combinado; y la mayoría de los síntomas pelagrosos desaparece ya a la sola administración del ácido nicotínico, con una rapidez casi dramática, dentro de 24 a 48 horas.

Aquí cabe notar la observación de que el maíz y sus derivados, como también la sémola de trigo, contienen sustancias que inactivan y destruyen en el organismo el factor PP de otros alimentos, de modo que esos productos, como burlándose de su buena fama, también pueden ejercer una acción negativa mediante las « sustancias pelagrogénas ».

La pelagra clásica, descripta por primera vez en 1735 por

el médico español GASPAR CASAL, denominada por él « mal de la rosa », en los venideros tiempos de paz pronto podrá pasar a la historia. La condición indispensable es un salario justo a los obreros, y una ayuda social a las familias numerosas, que les permita una comida corriente, compuesta de carne, huevos, leche, verduras frescas y fruta en cantidades que demanda el requerimiento diario del organismo calculado en 50 hasta 100 mg. de Niacina. La pelagra latente, que se observa por razones obvias con frecuencia en la infancia y niñez, quedará siempre objeto de la observación médica.

Ese factor tan sumamente benéfico para la salud, tiene asignada la fórmula química que sigue:



Acido nicotínico

Con esta estructura la Niacina se revela como derivado de la Piridina, parecido a la Piridoxina. Su relación con la Nicotina del tabaco es de interés científico.

V. LA VITAMINA ANTIESCORBUTICA o VITAMINA C

Aun durante la primera Guerra Mundial, el escorbuto era considerado como « enfermedad general apirética originada por condiciones higiénicas defectuosas y caracterizada por una púrpura hemorrágica y una gingivitis específica ». Esta definición de la Enciclopedia Espasa, si bien resumía los conocimientos deficientes de los siglos pasados, adolecía ya al salir de la imprenta de inexactitud, porque desde hace algunos siglos, el escorbuto era conocido como enfermedad causada por una alimentación inadecuada.

El famoso descubridor del Canadá, JAIME CARTIER, en 1534 destaca el poder curativo del extracto fresco de piñochas (o piñones). A principios del siglo XVIII, el ejército austríaco empleaba el jugo de limones contra el escorbuto. Un siglo más tarde, se introdujo su uso en la Armada inglesa. Al fin, se había comprobado en 1912, en largas series de experimentos con cobayos que el escorbuto podía ser provocado en estos animalitos a fuerza de un régimen carente de vegetales verdes, y limitado a cebada perlada y pan blanco. Con estas investigaciones se inició la campaña científica contra esa temible enfermedad.

Resulta bastante difícil recorrer las huellas sangrientas del escorbuto a través de la Historia, porque el mal puede manifestarse con síntomas muy distintos, y no es raro que vayan juntos con los de otros estados avitamínicos. Pero no cabe duda de que al escorbuto se debió el fracaso de la VII Cruzada de LUIS IX; y hasta en las guerras modernas, la guerra ruso-japonesa, del Chaco, etc., los ejércitos y las ciudades sitiadas experimentaron entre muertos y enfermos un elevado número de víctimas de escorbuto.

Condiciones muy semejantes a las existentes en una ciudad por mucho tiempo sitiada, regían la vida en los barcos a vela durante los largos viajes, provocando por la misma razón el escorbuto, entre tripulantes y viajeros. En la famosa expedición de VASCO DE GAMA para abrir una ruta a las Indias Orientales, la tripulación pagó en distintas ocasiones un precioso tributo de vidas a ese mal que más tarde los marineros denominaron « peste del mar ». Su primer encuentro con la enfermedad lo tuvo durante una estada en la bahía de Quelimane, antes de llegar a Mozambique en la latitud 18°N; la descripción realística dada por CAMOENS en « Los Lusíadas » Cap. V., destaca bien las notas de la « gingivitis específica » o sea la tumefacción de las encías y del tejido conjuntivo bucal que aparecen esponjosos y con derrames de sangre. « Sucedió, refiere el héroe del poema, que una enfermedad cruel, la más horrible que he visto en mi vida, causó la muerte a muchos, que dejaron sepultados para siempre sus huesos en aquella tierra extraña. ¿Quién podrá creer, sin presenciario, que tan disformemente se hincharan las encías de los que eran atacados por el mal, creciéndoles la carne en la boca y púdiriéndoseles en seguida? Semejante podredumbre despedía un hedor tan fétido y nauseabundo que inficionaba la at-

mósfera que nos rodeaba; carecíamos de médico y cirujano; pero cualquiera, por más que no entendiera nada de este oficio, cortaba la carne podrida sin reparo alguno, y en verdad que había necesidad de ello; porque de no hacerlo así era segura la muerte del que se veía atacado de aquella dolencia ».

Las *hemorragias* pueden presentarse en focos en toda la piel del cuerpo, en el ojo, y los tejidos interiores « dando a los enfermos el aspecto de ser portadores de una enfermedad hemorrágica, no respetando parte alguna, ni órgano que no pueda ser afectado al punto de que pueden dar lugar a equivocaciones.... La fiebre es un síntoma frecuente, por regla general, como índice de una infección que complica el proceso ». BARLARO, p. 166.

Esas hemorragias escorbúticas pueden causar fuertes dolores reumáticos en todo el cuerpo.

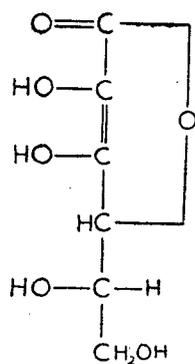
Los *huesos*, sobre todo en niños y ancianos, muestran lesiones anatómicas que impiden su crecimiento normal y que predisponen a fracturas de difícil consolidación. También los dientes acusan lesiones sobre todo de caries por atrofia de los odontoblastos —células que producen el marfil o dentina—, y luego, debido a la rarefacción de los huesos alveolares, se aflojan y caen.

Se observan además, como formas parciales de escorbuto, anemia, lesiones de la médula ósea, de los elementos estriados de los músculos, del músculo cardíaco, del tractus gastro-intestinal con hemorragias, lesiones de las cápsulas suprarrenales, de los riñones, etc.

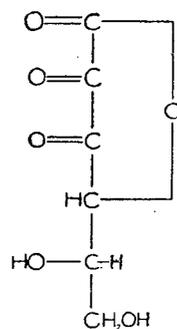
El cuadro clínico del escorbuto, es, pues, sombrío y alarmante. Por lo tanto cabe celebrar vivamente el éxito de la ciencia en hallar la etiología de la enfermedad y señalar el remedio eficaz y accesible a todos. Porque ya está fuera de discusión que el origen del escorbuto se debe primeramente a la carencia prolongada de la substancia denominada ácido ascorbínico o vitamina C.

Química de la Vitamina C

Con su investigación científica está ligado inseparablemente el nombre de SZENT-GYÖRGYI de Szegedin en Hungría. Ocupado en estudiar la respiración celular de las plantas halló en la naranja, en el ají húngaro (páprika), etc., una sustancia ácida con gran poder reductor, p. ej. frente al nitrato de plata. Más tarde logró aislarla de las cápsulas suprarrenales de vaca en forma cristalina de un polvo blanco fino; la sustancia tenía la fórmula empírica $C_6H_8O_6$ y fué llamada por el investigador ácido hexurónico; pero al reconocerla como idéntica con la vitamina anti-escorbútica C, recibió el nombre ácido ascorbínico, ácido cevita-mínico. Poco después, en 1933, los químicos alemanes e ingleses establecieron su constitución molecular; luego, en 1934, se logró la síntesis de las dos formas del ácido ascorbínico, siendo el ácido levógiro la propia vitamina. En cuanto a la estructura química, el ácido ascorbínico es la lactona o anhídrido interno del ácido gulónico: $C_6H_5(OH)_5.COOH$.



Acido bascorbínico



Forma oxidada

Evocando los conceptos químicos expuestos en la primera parte, cabe ver sin más en la estructura el esqueleto químico de

seis átomos de carbono, y muy semejante al de la glucosa (o de la ribosa con cinco carbonos) unidos entre sí en cadena. El fuerte carácter ácido le proviene de los dos HO— del segundo y tercer carbono, en los cuales también se manifiesta el poder vitamínico; el cual se pierde al pasar el ácido por autooxidación a la forma oxidada.

Es notorio que sustancias que al perder hidrógeno se « oxidan », son reductores que quitan a otros cuerpos oxígeno o iones negativos. El ácido ascorbínico llamó desde el principio la atención por su fuerte acción reductora, como ya se ha notado; y en ese alto poder de reducción se basan los principales métodos de comprobación química de la vitamina C en la naturaleza. Con tal fin se usa ante todo un colorante azul, el 2,6-dicloro-indofenol, que, según las condiciones de acidez (pH), es reducido por el ácido ascorbínico a una sustancia rosada o incolora. Esto es el método de Tillmans para vegetales y la orina. Para tejidos animales, leche y sangre se usa el azul de metileno que en presencia de la vitamina se decolora. También son reducidos y decolorados el permanganato de potasio rojo, y la tintura de yodo.

La vitamina C en forma pura es un polvo blanco que resiste en seco a su oxidación, y funde a la temperatura de 190-192°. Es muy soluble en agua y alcohol metílico; en solución de carácter alcalino o neutro se oxida fácilmente, en cambio es muy estable en solución ácida. Como fijadores del oxígeno y aceleradores de la oxidación intervienen algunos metales, sobre todo cobre, plata e hierro. Se ha observado que la pérdida de vitamina C durante la cocción es 2-6 veces mayor en vasos de cobre que en vasos de aluminio o pirex. También hay oxidasas o sustancias vegetales de acción oxidante y destructora de la vitamina C, como la que existe en gran cantidad en la calabaza. En cambio existen otras sustancias, las antioxidasas que inhiben la autooxidación y estabilizan la vitamina C, ante todo entre los aminoácidos la glicina, la lisina, fenilalanina, la histidina. Estas sustancias, productos de la desintegración bioquímica de las proteínas orgánicas, pueden de este modo ejercer una función secundaria como protectores de la vitamina C.

Entre los factores que aceleran la oxidación y destrucción de esta vitamina —como de algunas otras— se menciona en primer lugar la temperatura elevada, ya sea del ambiente ya sea de

la cocción prolongada de la comida, en la cual pueden destruirse el 30 y hasta el 90 % del contenido vitamínico; una breve cocción no lo afecta, y tampoco la conservación en latas de zinc.

Función de la vitamina C

Los experimentos en cobayos han hecho avanzar la ciencia un buen trecho de camino, ya que el escorbuto del cobayo se parece mucho a la forma humana; y el aporte de ácido ascorbínico es necesario sólo al hombre, mono, venado y cobayo. Pero cabe llamar la atención sobre el hecho de que la acción antiescorbútica es sólo una parte de las muchas funciones vitales que la vitamina C ejerce en el organismo, y que de día en día más claramente se comprueban. Porque con la vitamina B₁, la vitamina C forma los dos puntos focales de la moderna Vitamínología y de las ramas científicas que dependen de ella. Está demás señalar que nuestra brevísima exposición de la función del ácido ascorbínico se basa exclusivamente en los resultados obtenidos en Farmacología y experiencias clínicas que durante los últimos años se han publicado en la corriente continua de la literatura médica.

En un principio, desde SZENT-GYÖRGYI, se le atribuía a la vitamina C un papel de primera importancia en la respiración de toda célula viva, como catalizador de los procesos oxidativos y portador de hidrógeno. Las investigaciones más recientes, empero, reducen ese papel a una acción reguladora y protectora de dichos procesos; tal vez a una estimulación de portadores de hidrógeno más activos y especialmente el glutatión. Sea como fuera, la carencia prolongada causa un decaimiento de diversas funciones celulares; eso se manifiesta ante todo en las hemorragias propias del escorbuto. Aquí se atribuye a la vitamina C la función de estimular, en forma indispensable, las células del tejido conjuntivo para la producción de la substancia intercelular que impermeabiliza los capilares y sin la cual han de producirse derrames de sangre en cualquier lugar.

También le incumbe a la vitamina C el regular la formación de las substancias intercelulares para la dentina y los huesos; de modo que habría que atribuir los defectos óseos y dentarios y las hemorragias arriba indicadas, a la carencia de ácido ascor-

bínico. La relación de la caries dental con el dicho ácido, se ha comprobado recién en una investigación que abarcaba 190 enfermos.

Con estos hechos, salta a la vista la cooperación de la vitamina C con las vitaminas A y D; puesto que la vitamina A interviene en producir condiciones óptimas para que la vitamina D pueda ejercer su acción fijadora del calcio de los huesos; y estas dos vitaminas además influyen en modo imprescindible en el buen desarrollo y conservación de los dientes; la acción del ácido ascorbínico, en cambio, se extiende a la formación normal del esmalte; de la dentina, pulpa dental y conservación de las encías.

Por lo demás, no sólo las hemorragias escorbúticas, sino también otras de origen distinto responden muy favorablemente a la administración del ácido ascorbínico; se mencionan en la literatura hemorragias pulmonares, gastrointestinales y renales, postoperatorias, posttifosas, ginecológicas y otras; particular interés reviste el buen efecto que se obtiene con la vitamina C en hemorragias del ojo; el cuerop vítreo y el humor acuoso del ojo sano son muy ricos en vitamina C.

Algunas formas de anemia —cuya distinción incumbe al médico—, y la misma hemofilia, han sido tratadas con gran éxito con la vitamina C; el mecanismo de acción de la vitamina C en estos casos es, por supuesto, bien distinto de cuanto ocurre en las hemorragias; y a todas luces, frente a efectos tan distintos obtenidos por una sola vitamina, hay que reconocer que la acción específica de las vitaminas no se puede aclarar en algún modo por los fenómenos de carencia (**). Además es un hecho general muy notable el que « las vitaminas separadas de las substancias a que van unidas han mostrado nuevas e inesperadas propiedades fisiológicas que justifican su clasificación entre las substancias curativas, incluso entre las más eficaces que conocemos » (STEEP

(**) *Las anemias* —a menos que no sean causadas por una deficiencia de hierro— responden sobre todo al tratamiento con las vitaminas del complejo B₂ (preparados de hígado). El nivel de hemoglobina puede ser aumentado por la administración de B₁, B₂ y C, pero la vitamina C sola no tiene acción sobre los elementos morfológicos de la sangre cual se la atribuye a las vitaminas B. En la *hemofilia* se ha conseguido, con la vitamina C pura, reducir la duración de la hemorragia y coagulación de 6 a 10 horas, a pocos minutos; mas se desconoce si el ácido ascórbico actúa en forma de agente químico cuyos beneficios de inter-

y colaboradores). El ácido ascórbico ejerce un poder curativo específico en las hemorragias capilares —no de los vasos mayores— de las más variadas enfermedades. De ahí se deduce que las hemorragias capilares son una directa réplica del organismo a la estrangulación vitamínica C, la cual en determinados casos, de la difteria p. ej., tisis, neumonía, paludismo, está originada por el mayor consumo de vitamina en estado de fiebre.

Con la acción vascular del ácido ascorbínico parece estar en relación directa su acción antialérgica en el choque anafiláctico, ese fenómeno en su acepción común conocido como reacción violenta del organismo frente al contacto con sustancias « nocivas », los Alérgenos o agentes de la hipersensibilidad del organismo. Las magistrales investigaciones de JULIO MÉNDEZ —ya citadas en la primera parte de nuestro estudio— nos dejan distinguir, en el choque anafiláctico seroso, es decir la anafilaxia o alergia producida por un proceso patológico de peptización fisiológica, comúnmente llamado « inflamación », dos períodos distintos; el primer período, del Flegmón, muestra los síntomas conocidos de calor, rubor, tumor, dolor y termina por formar las « lisinas » (de Méndez) o aminoácidos de desintegración proteínica; las lisinas constituyen el verdadero Alérgeno o agente del estado alérgico en el segundo período que se caracteriza por la destrucción de las células epiteliales de los capilares, es decir del endotelio vascular, con los síntomas de tumefacción turbia y absceso. Si con MÉNDEZ identificamos alergia y endoteliosis, o sea destrucción del endotelio vascular, considerándolas como el acto mismo de las enfermedades inflamatorias, y teniendo ahora en cuenta la específica acción vascular del ácido ascórbico, su acción antialérgica parece un efecto necesario. El asma bronquial, la fiebre de heno y otros estados alérgicos se han curado a me-

ventor, en todo caso, se agotan pronto y se conservan sólo mediante un tratamiento casi continuo. Con respecto a las hemorragias capilares conviene fijarse bien en que sobre ellas ejercen también funciones de importancia otras dos vitaminas: la liposoluble vitamina K, o « vitamina antihemorrágica », y la vitamina P o Citrina, asociada a la vitamina C en frutos cítricos, sobre todo en la cáscara del limón, en el pomelo y en la naranja. La Citrina parece indispensable para la conservación de la impermeabilidad de los capilares a las albúminas, probablemente mediante la acción de la adrenalina sobre los capilares, y activación del ácido ascórbico. Lo enigmático de las relaciones entre las vitaminas C y B₁ aparece en la observación hecha entre los Negros del Africa de que, con idéntica alimentación, una parte se enferma de escorbuto y otra de beri-beri.

nudo con muy buen éxito por un tratamiento con esta vitamina. En una reciente investigación clínica se administró a 25 enfermos de fiebre de heno la vitamina C en tres dosajes distintos: a la administración diaria de 100 mg. respondieron 5 enfermos con una mejoría leve, después de ocho días; 12 enfermos, tratados durante el mismo tiempo con 200 mg. diarios, acusaban una mejoría notable, mientras que en otros 8 enfermos se alcanzaba un resultado aun mejor en 3 a 4 días con 500 mg. Una persona se halló muy aliviada con la inyección de una sola dosis de 1000 mg., es decir una cantidad veinte veces superior al requerimiento normal diario de un adulto sano, que se calcula en 50 mg.

Un interés particular rodea el papel de la vitamina C frente a las enfermedades infecciosas. Con todo hasta hoy debemos limitarnos a afirmar que la vitamina aumenta la inmunidad. Infección e hipovitaminosis C guardan entre sí una relación estrecha; animales de laboratorio, puestos en avitaminosis, sucumben con facilidad a las infecciones. En el curso mismo de dichas enfermedades, sobre todo de neumonía, difteria, gripe, tuberculosis, un aporte abundante de la vitamina C aumenta la resistencia del organismo notablemente, compensando también el mayor desgaste provocado por la fiebre, previniendo las hemorragias secundarias, y en fin neutralizando las toxinas bacterianas, principalmente de la difteria. Esta acción últimamente referida forma parte de la función específica del ácido contra venenos y que le han recientemente merecido el título « vitamina antitóxica ». La tolerancia del organismo, frente a sustancias químicas y venenos industriales, reside en la dotación cevitamínica como factor esencial. En consecuencia, la administración de la vitamina C a los obreros de la Industria química ocupados con sustancias tóxicas forma una medida profiláctica general; y también enfermos que reciben drogas químicas, quinina p. ej., o de metales pesados, han de recibir a la vez una provisión suficiente de ácido ascórbico. Por otro lado, la vitamina parece también funcionar como vehículo molecular para los metales terapéuticos bismuto, estibio, arsénico; de modo que la deficiencia cevitamínica deja sin el resultado esperado la aplicación de determinados preparados metálicos.

Al fin de cuentas, a la vitamina C se le atribuyen, a raíz de

investigaciones todavía incompletas, funciones de importancia en el metabolismo carbohidrato y pigmentario, en las funciones preventivas de úlceras gástricas y duodenales, en la intervención activadora de funciones neurovegetativas y de procreación, etc. Sin detener más al paciente lector en ese camino ya bastante prolijo y enredado, permítaseme fijar la atención en dos efectos que la vitamina C produce en combinación con la hormona de la corteza de las glándulas suprarrenales; en quemaduras graves, esta combinación es capaz de salvar la vida, y en la difteria, mejora notablemente la debilidad circulatoria. Esos beneficios, empero, sólo se consiguen con la aplicación simultánea de las dos substancias. Así como sólo de la unión de dos cosas tan distintas como son « Norte » y « Americano » resulta un Yanqui...

Distribución en la naturaleza y necesidad

En ningún otro aspecto la Vitaminología manifiesta su carácter experimental y aposteriórico tan francamente como en intentar establecer las cantidades cevitamínicas que son necesarias al hombre, o que se obtienen en determinados productos de la naturaleza. En cuanto al último punto, también el amor patrio puede involuntariamente hacer inclinar la balanza a un lado, lo que, tratándose de miligramos, no se puede incriminar. Más reprochable es el que la falta de instrucción del arte culinario en las jóvenes dueñas de casa mantenga una corriente continua de disfunciones y malestares debidos a la hipovitaminosis latente, sobre todo en las familias numerosas y necesitadas, donde una alimentación menos adecuada para la salud se debe convertir en la cocina en adecuada y buena, sin nuevos gastos. Pero aun a quienes la Providencia legara « huerto, escudo, solar y oro en sus arcas », no conviene ignorar los misterios de los tesoros cevitamínicos; aunque fuera sólo para poder dar consejo acertado a un pobre amigo. Disponemos hoy día de investigaciones serias y prolifas sobre las fuentes vitamínicas, que merecen nuestra confianza.

Iniciando nuestra jira por los *productos vegetales*, estudiemos en primer lugar las frutas cítricas, que por su poder antiescorbútico llamaban ya nuestra atención y la de siglos pasados. Como patrón cevitamínico, sirve un cm³. de jugo de limón con

un $\frac{1}{3}$ mg. de ácido ascórbico o sea una U. I.; las cifras que siguen siempre señalan los mg. de vitamina en 100 gs. de jugo o de substancia seca, según las circunstancias. En cuanto al requerimiento diario, se tiene por acertada, aun para el niño, la alimentación que contiene 40 a 50 mg. de vitamina. Ahora bien, los valores cevitamínicos del limón, naranja, mandarina, oscilan alrededor de 60, 30, y 40 mg., respectivamente; el extracto de corteza siempre contiene 3 a 6 veces más; lo mismo decimos de la manzana. En las estaciones y regiones, sin embargo, donde escasean los citros y el alimento principal lo constituye la papa, uno puede conformarse con los 15 a 30 mg. por ciento que mediante una cuidadosa preparación, ante todo en los primeros meses después de la recolección, podemos obtener del tubérculo; aquí la patata peruana amarilla parece aventajar, con 42 mg. por ciento, a cualquier otra variedad. Volviendo a las frutas, encontramos en la papaya hasta 130 mg. por ciento de jugo; nuestra manzana ofrece todavía unos 25 mg. y los conserva, en depósito frío, durante ocho meses. Las grosellas negras, con 100 y más mg. de C, cuando en conservas, superan mucho a las blancas; lo mismo en cuanto a la vitamina A. Más rico todavía es el pimiento rojo o ají (200 a 250); y si por casualidad uno cultivara en su invernadero la hermosa enredadera « Actinidia calomicta » puede trabajar por extraer de sus bayas la gran cantidad de ácido ascórbico que contiene; en la baya comestible del Yang Tao o Actinidia chinensis se encontrará un contenido seis veces mayor que en el limón. El cinarodón del escaramujo o agavanzo (rosal silvestre), esconde nada menos que 1200 mg. por ciento, que con relativa facilidad se puede técnicamente explotar para obtener un concentrado de vitamina C. Buenas fuentes domésticas son además la rosa rugosa (30), la fresa (80 a 120), la frambuesa (20), el melón (30), el membrillo (15), el kaki (10), el durazno, la banana (8), la cereza (10). Las formas silvestres a menudo contienen más vitaminas que las cultivadas. La uva produce poco (2 a 4); la nuez verde, en cambio, es un gran depósito cevitamínico con 450 mg. por ciento, que durante la madurez se reduce a la décima parte. Muy ricos parecen también el pomelo y la palta (aguacate).

Las frutas justifican pues totalmente, aún desde el punto de vista vitamínico, la preferencia de que gozan en la mesa. Casi todas se presentan dotadas con tres o cuatro vitaminas: la pro-

vitamina A, la antineurítica B₁, la riboflavina B₂ y el ácido ascórbico C.

Los cereales y productos de harina, como el pan y fideos, no tienen siquiera vestigios de la vitamina C; pero a los tres o cuatro días de iniciada la germinación, las semillas de cereales y leguminosas forman, en los retoños verdes, abundante substancia antiescorbútica; lo que se sabía hace siglo y medio, olvidándose después.

Las verduras y legumbres presentan un buen aporte adicional de vitamina C; espinaca, alfalfa y perejil, los coles, guisantes y frejoles contienen notables cantidades cevitamínicas, sobre todo en estado fresco; pero sólo los vegetarianos y los ruminantes pueden soportar las cantidades de estos productos necesarias para obtener un resultado diético completo. En los países septentrionales de Europa, las hojas de la Ficaria gozan de gran fama como hierba antiescorbútica. Hace pocos años, el Profesor P. ESCUDERO comprobó también en la yerba mate, en infusión y maceración, unos 17 a 30 mg. por ciento de ácido ascórbico que en su mayor parte pasa a los cinco primeros mates cebados; es mucho, pero en cuanto al papel proveedor de vitamina C parece poco, en comparación con las cantidades que la gente del campo diariamente recibe en las carnes; y por esta razón, el atribuir al uso del mate la ausencia del escorbuto en nuestra campaña, debe tacharse de exageración. Más confianza que en el mate debemos poner en el tomate, cuya importancia podemos deducir del hecho de que en el año 1940 se han elaborado en los establecimientos industriales del país casi 76 millones de kg. de fruto crudo, sobre todo para extracto; uno de esos ricos ejemplares sanjuaninos de 200 y más gs. de peso, nos provee con creces de la diaria cantidad de las vitaminas C y A y algo de B₁ y B₂; el contenido cevitamínico es 25 a 40 mg. por ciento; las variedades con mucho azúcar también contienen mucha vitamina, no perdiéndose nada en conserva; la vitamina se encuentra principalmente en la delgada capa de carne debajo de la epidermis y en la masa gelatinosa alrededor de las semillas.

Este último detalle, aparte de hechos bien comprobados, confirma la suposición de que el ácido ascórbico, como activador inmediato de procesos vegetativos y del metabolismo, se forma donde y cuando éstos están por desarrollarse, o ya se han ini-

ciado. En las plantas, su síntesis es enteramente anérobo, preferentemente en las hojas; pero es probable que todo tejido sea capaz de realizar dicha síntesis según lo requieren sus funciones particulares. Cuando el metabolismo ha cesado o está paralizado, como en verduras secas, granos de cereales, encontramos poco o ningún ácido ascórbico. La máquina viva de los organismos lo produce de sí misma a manera de un lubricante, para los inminentes procesos vitales, pero no lo almacena para largo tiempo; ya que no le cuesta mucho preparárselo, y fácilmente también se pierde.

Ese aspecto bioquímico cobra aun más perfil en las observaciones en el *reino animal*. Después de la muerte, desaparece pronto en un animal el ácido ascórbico. En tejidos vivos pero con poca actividad vegetativa o vascular, los valores medios de ácido ascórbico por ciento son relativamente bajos; luego van aumentando a medida que las funciones, ante todo de órganos relacionados con las hormonas, parecen exigirlo. Las investigaciones de Steep-Schröder-Kühnau, de Santos Ruiz y otros nos proporcionan cifras bien significativas; contienen mgs. en 100 gs. de substancia fresca:

Músculos de esqueleto de vaca 1,5; paloma 4,5; músculo de corazón de vaca 6, paloma 10,5.

Pulmón de conejo 10; paloma 28.

Cerebro de cobayo y paloma 6; del hombre 15.

Riñón (para la vitamina C sólo órgano de paso) de vaca 11, paloma 17.

Hígado de hombre 15, de vaca 15, paloma y cobayo 28.

El bazo de vaca 22.

Entre las glándulas endocrinas que producen hormonas, cabe mencionar:

Timo de ternera 50-85.

Tiroides de vaca 20.

Paratiroides de perro 60.

Cuerpo amarillo de mujer 60-100; de vaca 120.

Hipófisis total de hombre 120, de vaca 130 etc.

Cápsula suprarrenal de vaca 120; de perro 150; de conejo 180.

Como era de esperar, el hombre en esa clasificación de valores vitamínicos no tiene otra primacía sino la de sacar algunas deducciones muy sencillas. En primer lugar notamos que los or-

ganismos preparan la vitamina C para atender a sus propios gastos vitales y no para entregar depósitos al hombre. En segundo lugar conviene destacar el hecho de que sólo están expuestos al escorbuto los seres incapaces de la biosíntesis del ácido ascórbico—el hombre, mono, cobayo y venado—, y a la vez separados de las fuentes vegetales; a los animales los salva su instinto de alimentación adecuada; al hombre ya desequilibrado, el volver al uso sobrio de los bienes de la Naturaleza; la cual al mismo lactante humano ha dado el poder sintetizar, en los cinco primeros meses, esa substancia tan indispensable, ya que no se la administra en cantidad necesaria con la leche; y la leche de vaca es aun más pobre de vitamina C.

Los grandes progresos alcanzados en la Ciencia y Cultura humanas por los actuales conocimientos sobre el factor antiescorbútico, se nos destacan bien ahora que estamos por terminar su estudio, sobre el fondo real de dos hechos históricos.

En marzo del año 1912, en los desiertos glaciales del Polo Sur, pereció la ya famosa expedición inglesa de SCOTT; debido en gran parte a la provisión deficiente del factor antiescorbútico; así nos lo revela hoy el diario de Scott, en que el Capitán describe con detalles la comida extraordinariamente buena en la base. « En semejantes circunstancias, escribió Scott, sería difícil comidas más apetitosas o un régimen con menos probabilidades de provocar los síntomas escorbúticos. No me parece que lleguemos a padecer escorbuto ». H. BORSOOK señala lo equivocado que estuvo Scott en lo tocante al contenido cevitamínico de sus alimentos. Por aquellos años del siglo XX la receta de profilaxia antiescorbútica no sólo recomendaba las verduras y frutas cítricas, sino también la distribución de buena ropa de abrigo en invierno, y en los buques el lavado de los puentes y baterías con agua dulce y no marina...

Por la circunstancia de que al mismo tiempo que Scott también el gran explorador noruego AMUNDSEN organizaba una expedición al Polo Sur y por su preparación impecable la terminaba con todo éxito, el fracaso de Scott se hizo menos sensible para la ciencia; no se puede, en cambio, plenamente ponderar todas las consecuencias funestas que para la obra cultural de las Cruzadas resultaron del desastre militar de LUIS IX ante Damietta. Debemos limitarnos, citando a Joinville, testigo ocular,

a describir una vez más la impotencia del hombre de ayer frente al enemigo desconocido:

« ...se esparció en el ejército una enfermedad que consistía en que la carne de las piernas se secaba, la piel se cubría de manchas de un rojo negruzco como de unas botas viejas; también teníamos llagas en las encías. Nadie escapó a esta enfermedad y ordinariamente morían de ella. Cuando se manifestaba hemorragia nasal era señal de muerte. Era una compasión oír cómo las gentes aullaban en el ejército, cuando los cirujanos les cortaban las excrecencias de la carne; pues lanzaban alaridos como mujeres con dolores de parto ».

Fácilmente se echa de ver en este cuadro realístico los síntomas de una triple avitaminosis; en la primera proposición los del beriberi y de la pelagra; en la segunda los del escorbuto. La principal alimentación del ejército en los meses anteriores, se había hecho a base de anguilas que a su vez se saciaron de los cadáveres de innumerables cruzados muertos de enfermedades.

Aquí quizás algún espíritu débil protestará contra la supuesta crueldad de un Dios indiferente, que al no revelar las causas de tantas y tan terribles enfermedades, durante muchos siglos dejó al mundo sumergido en un mar de miserias y dolores.

Nosotros, conocedores de la etiología patógena del escorbuto, del beriberi, del raquitismo, de la pelagra y otras enfermedades, tal vez no nos determinamos a resolver esta dificultad por un acto de fe heroico como lo hiciera San Luis en su penosísima situación: « ¡Sea cumplida la voluntad de Dios! ¡Sea bendito su santo Nombre! ».

Pero cabe preguntar: ¿En qué Museo tendríamos que dejar la famosa máquina del progreso moderno, el principio de la libertad de investigación e independencia de la Ciencia, si la sustituimos por un « deus ex machina », bonachón hasta el punto de revelar el régimen diético de los pueblos? Y eso después que nosotros hemos abandonado saludables tradiciones tamizadas por innumerables generaciones!

Dijo el sabio del Qohelet: « Mundum tradidit Deus disputationi » al uso y la investigación científica entregó Dios todo el Cosmos... también las Vitaminas.

(Continúa).