

Casa de Salud Valdecilla. Servicio de Química

Jefe: Dr. E. Cavayé Hazen

EL FLUOR EN LA ALIMENTACION (*)

por

ENRIQUE CAVAYÉ HAZEN

I

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de una encuesta de nutrición que efectuamos en Santander (capital) en el año 1950 (1), trabajo que tuvimos el honor de presentar a la Real Academia de Farmacia de Madrid en el acto de nuestro ingreso en la misma, tuvimos ocasión de comprobar el número considerabilísimo de caries dentarias que acusaban las personas cuya alimentación fué objeto de nuestro estudio, y así, llegamos a comprobar que el 38,7 por 100 de las mismas padecían de esta afección. Esto nos hizo pensar que pudiese existir una cierta relación entre la alimentación y dicha enfermedad, máxime que encontramos simultáneamente la existencia de un déficit cálcico en la aportación exógena alimentaria de dicho elemento.

Pensando en ello y repasando los hallazgos encontrados por nosotros en la citada encuesta, pudimos comprobar que si bien el déficit cálcico se presenta en las clases menos pudientes entre nuestros observados, sin embargo, las caries dentarias—que incluso en el 13,4 por 100 de las personas consultadas llega a originar el uso de aparatos de prótesis—no guardan relación alguna con los ingresos económicos de dichas personas, y esto, junto con nuestras informaciones sobre los estudios que vienen desarrollándose en el extranjero, y especialmente en América,

(*) Trabajo presentado en el acto de su recepción en la Real Academia de Farmacia de Barcelona.

sobre este tema, nos hizo pensar que sería de algún interés el investigar si la causa de dicha caries estuviere relacionada con el déficit o superávit de aporte exógeno de flúor por medio de la alimentación, y así es como nació la idea de realizar este trabajo, que hoy nos honramos en presentar a la consideración de V. Ss

Ya en posesión de nuestra idea, nos trazamos el plan de trabajo, y así, en primer lugar, procedimos a investigar bibliográficamente sobre la riqueza de dicho elemento—flúor—en los diferentes alimentos de uso cotidiano, y llegamos a la consecuencia de no encontrar cifra alguna citada en la bibliografía nacional por nosotros consultada, a excepción hecha de la tesis doctoral del doctor A. García Palao (2), que hace un estudio del contenido de las aguas de bebida en la zona fluorósica de la Villa de Rollán, en la provincia de Salamanca. Asimismo, las citas bibliográficas sobre el contenido de flúor en los alimentos, por lo que concierne a la bibliografía internacional, también son bastante escasas, habiendo encontrado algunas pocas, como son la determinación de flúor en tomates (3), verificada en el Laboratorio de la National Cannery Association de San Francisco, o aquella otra efectuada en el Twining Laboratories de Fresno (California) (3) sobre el contenido de flúor en los residuos de la industria del vino, y, asimismo, los diversos trabajos sobre la determinación del flúor en aguas de bebida, efectuados en diversos países, en especial en la Argentina, en Arkansas, Estados Unidos de Norteamérica, etc.

Tras estos hallazgos bibliográficos, nuestro plan de trabajo fué encaminado hacia lo que considerábamos primer paso para investigar tan importante problema higiénico-sanitario, cual es el de la determinación, en primer lugar, de la cantidad de flúor contenido en el agua de bebida de nuestra población estudiada (Santander), y en segundo lugar, la determinación de la riqueza de este elemento en los alimentos de uso más corriente, especialmente en aquellos de naturaleza vegetal, en los cuales puede tener influencia en su composición química el agua empleada para el riego y que, evidentemente, ellos son portadores de este oligoelemento al organismo.

Salvada una serie de dificultades de índoles varias, hasta conseguir la puesta en marcha de los métodos analíticos que

habríamos de seguir, y que más adelante consignamos, tenemos el honor de poder presentar los hallazgos conseguidos en nuestras investigaciones efectuadas en el Laboratorio de Bioquímica de la Casa de Salud Valdecilla, de Santander, laboratorio que nos honramos en dirigir.

Algunas de las determinaciones que presentamos creemos son la primera vez que se citan en la bibliografía científica.

No queremos terminar esta introducción sin expresar nuestro agradecimiento a nuestro querido alumno y ex colaborador don Agustín Hoyos Ruiz, quien nos ha prestado su ayuda realizando un sin fin de determinaciones con los métodos analíticos estudiados en el presente trabajo.

HISTORIA BIBLIOGRÁFICA

Brunel (1), en su trabajo "Revisión general sobre la profilaxis de la carie dentaria por el flúor", pone de manifiesto cómo ya en el año de 1805 Morochini (2) señala por primera vez en la literatura mundial la presencia del flúor en los dientes; pero la importancia biológica de este elemento no es conocida hasta el siglo XX, y ya en época avanzada del mismo.

En un principio, si bien, como decimos, había sido ya puesta de manifiesto la existencia del flúor en el diente, así como en el hueso, sin embargo, se consideraba este elemento como uno de aquellos tantos minerales que, aportados al organismo por los alimentos, pasaban por él sin ejercer acción alguna, y es ya modernamente, cuando al conocer la presencia de una serie de estos microfactores existentes en el organismo, y cuya acción aún era desconocida, es cuando se comienzan los estudios dirigidos hacia la investigación de los mismos.

El doctor Carlos Grau (3), de la Argentina, en su trabajo titulado "La fluorosis y el flúor en la provincia de Buenos Aires. Fluorosis dental endémica", publicado en los Anales de la Real Academia de Farmacia de Madrid, hace historia de la fluorosis dental, es decir, de aquella enfermedad dentaria que es originada por un aporte excesivo de flúor en la alimentación, dando lugar a los llamados "dientes veteados", y así nos indica cómo Eager (4), en el año 1901, perteneciendo al Servicio Sanitario

de la Marina americana, observó que algunos inmigrantes napolitanos presentaban unas manchas en el esmalte dentario, que él achacó a algún elemento de origen volcánico existente en la atmósfera o disuelto en las aguas de Nápoles. Posteriormente, en el año 1903, Fynn (5) describe en los Estados Unidos esta afección producida por fluorosis dental; pero el verdadero conocimiento de la existencia de los llamados "dientes veteados" es conocida desde 1916, en que Black y McKay (6) verificaron investigaciones en el Colorado Spring, observando la existencia de aquellos dientes "moteados", y más tarde, en 1929, McKay (7) da a conocer el hecho de que tales manchas son producidas precisamente por un elemento presente en pequeñas cantidades en el agua ingerida durante la calcificación del diente, así como que aquellos dientes no presentan caries, trabajos que comprobaban los realizados en 1925 por McCollum, Simmonds, Becker y Bunting (8) en ratas sometidas a una continuada ingestión de flúor.

Posteriormente, y ya en el año 1931, Masakay (9) comprobó en el Japón que en aquellas personas que presentaban dientes moteados por el flúor existía un menor número de caries.

En este mismo año, Churchill (10), dosificando el flúor en las aguas de ciertas poblaciones americanas en que se presentaba el moteado de los dientes, supuso que el flúor podía ser el que daba origen a tal afección, puesto que coincidía la mayor cantidad de este elemento en el agua de bebida con el mayor número de casos existentes, y simultáneamente, Velu (11), que trabajaba en Africa estudiando el moteado, conocido allí con el nombre de "darmous", llegaba a la misma conclusión. Grau, en su trabajo (3), nos pone de manifiesto cómo fueron Margaret Smith, E. M. Lantz y H. W. Smith (12), en la Universidad de Arizona, los que llegaron a la conclusión de que el veteado era debido al flúor, pues ellos consiguieron producir en ratas dientes veteados suministrando a éstas concentrados de agua de aquellas regiones en que tal afección era endémica y a otros lotes de ratas aguas enriquecidas con fluoruro sódico.

Este mismo hecho de que en aquellas zonas donde el moteado dentario era endémico existía un menor número de caries dentarias, fué puesto también de manifiesto por Ainsworth (13) en Inglaterra, en el año 1933, trabajando sobre un

lote de 200 pacientes infantiles. Más tarde, en 1943, Deatherage (14), examinando soldados comprendidos entre los veintiuno y veintiocho años de edad, pudo asimismo comprobar que aquellos que se habían criado en poblaciones cuyas aguas eran ricas en flúor no padecían caries dentarias con tal profusión como los demás, lo cual ratificaba la apreciación hecha por McKay y Black (15) de que en aquellas regiones en que se presentaba el esmalte veteado, independientemente de la calcificación de los dientes, no existía un mayor número de caries que en aquellas otras zonas donde no se presentaba tal veteado.

El doctor Gómez Galissier (16), en la Argentina, ha podido recientemente llegar asimismo a la conclusión de que el flúor contenido en el agua de bebida ejerce una cierta acción protectora de la dentadura, habiendo observado cómo los reclutas procedentes de ciertas regiones cuyas aguas de bebida son ricas en flúor presentan una gran disminución en el número de caries, en contraposición con aquellos otros que han pasado su infancia en lugares cuyas aguas son pobres en flúor.

Asimismo podríamos citar un numeroso grupo de investigadores argentinos, como Muñoz, Chaneles, Erauzquin, Bergara, etc., que han estudiado zonas endémicas de fluorosis en dicha nación.

Bunting y sus colaboradores (17) demostraron que las caries parecen progresar con menos facilidad en aquellos dientes atacados por el flúor, es decir, moteados, que en los dientes normales.

Para comprender el porqué el flúor actúa sobre el tejido dentario, permítasenos previamente hacer, aunque muy someramente, un bosquejo del diente, su composición química y la influencia que en el mismo puede tener este elemento químico. El diente, en su parte externa, está constituido por el llamado esmalte, quien recubre al tejido denominado dentina, que, a su vez, recubre al cemento que sirve de unión entre la dentina y el hueso, estando todo ello recubierto por la llamada membrana de Nasmyth.

Sabido es que la caries dentaria está producida por una discontinuidad en el esmalte, originada por causas múltiples que no son de este lugar exponer, puesto que nos conducirían muy lejos de nuestro propósito.

Para estudiar el papel que el flúor juega como protector de este tejido, comenzaremos por exponer su constitución química.

Los análisis que del diente han verificado diversos autores (18) nos demuestran que es diferente la composición química del esmalte, la de la dentina y la del cemento; y así, el esmalte dentario está constituido por un 96 por 100 de materia inorgánica, de la que los principales constituyentes son los iones cálcico, magnésico, fosfórico, carbónico y el flúor; y ya, en menor cantidad, los iones ferroso, sódico, potásico y cloro; estos últimos en cantidades muy pequeñas, puesto que Hodge (19), por ejemplo, indica como composición del esmalte, por lo que se refiere a estos últimos, la de 0,20 por 100 de Na, 0,02 por 100 de Fe, 0,05 por 100 de K y 0,3 por 100 de Cl. De estos análisis se ha llegado a la conclusión de que el esmalte dentario es el tejido orgánico más calcificado de todos, lo que le hace ser el más duro, el de mayor densidad, pero a su vez más quebradizo, debido a su pequeña concentración en materia orgánica; y gracias a los modernos métodos analíticos, hoy día se ha podido llegar a determinar exactamente la composición química del esmalte, y especialmente desde los trabajos de M. Deakins (20), quien separa el esmalte de la dentina con martillo y cincel, lo pulveriza en mortero de acero y, mediante el método de flotación de Manly, separa toda impurificación existente que provenga de la dentina, llegando a obtener una pureza en el polvo del esmalte hasta del 99,4 por 100, y así, con este polvo, en el que, previo lavado con acetona, pasado a través de un tamiz de malla número 200, y secado a peso constante a 110° C., determina la cantidad de nitrógeno, efectuando un micro-Kjeldahl, cuyo resultado, multiplicado por 6,26, da la cantidad de proteína constituyentes del esmalte. Siguiendo este método de trabajo en 60 dientes, Deakins obtiene un promedio de 1,95 gramos por 100 de proteínas, y como, por otra parte, sabemos ya que su riqueza en sales minerales es de 96 por 100, el 2 por 100 restante corresponde a la humedad propia del esmalte.

Ahora bien: existen otros autores que dan cifras hasta del 7 por 100 de contenido de materia orgánica en el esmalte den-

tal y hasta del 4 por 100 de humedad en el mismo; variaciones que son debidas, sin duda, a haber operado con diferentes tipos de dientes en personas de muy distinta alimentación, constitución, grado de calcificación, etc.

Por lo que respecta a la composición mineral del esmalte (96 por 100 del mismo), éste está constituido principalmente por hidroxiapatito (89,8 por 100 de su composición mineral), mientras que el resto está constituido por carbonato cálcico (4,37 por 100 de las sales minerales), fosfato magnésico (1,34 por 100), y el resto, por sales inorgánicas asociadas al mismo apatito.

Si tenemos en cuenta que el apatito es el cloro o flúor-ortofasto cálcico, veremos la gran importancia que el flúor tiene en el metabolismo del tejido dentario, pues téngase presente que dicho elemento es totalmente exógeno, y así, y entre nosotros, el profesor Lorenzo Velázquez (21) ha demostrado cómo el niño nace sin flúor en el organismo, pero dado lo muy abundante que es este elemento en la Naturaleza, parece ser que inmediatamente lo asimila su organismo.

Gracias a las investigaciones efectuadas por Armstrong y Breckhus (22), sabemos hoy día que la cantidad de flúor existente por término medio en el esmalte de dientes sanos es la de 11 miligramos por 100, y en la dentina, la de 2,4 miligramos por 100.

Por lo que respecta a las demás sales inorgánicas, estos mismos autores encuentran las siguientes cifras como porcentajes medios:

	ESMALTE	DENTINA
Calcio	36,1 %	26,2 %
Fósforo	17,3 %	12,7 %
CO ₂	3,05 %	3,5 %
Indice Ca/P	2,09	2,06

viéndose que la proporción de calcio es sensiblemente el doble que la de fósforo, igual en el esmalte que en la dentina.

Por lo que respecta al sodio, ha podido comprobarse, gracias a las investigaciones de Dessauer y colaboradores (23) que

éste se encuentra formando parte de apatitas mixtas cálcico-sódicas, en menor proporción en el esmalte dentario que en la dentina, y en ésta, a su vez, es menor que en los huesos; todo ello en relación con el tamaño de los cristales de hidroxiapatito, que van siendo menores en el orden indicado.

En lo referente al potasio, Stadman, Hodge y Wilson Horn (24) han verificado un análisis espectrográfico del esmalte, de la dentina y del hueso, llegando a la conclusión de que en el esmalte, que es de los tres tejidos estudiados el más rico en potasio, su concentración es del 0,3 por 100, y probablemente se encuentra absorbido por las partículas cristalinas del hidroxiapatito.

Por último, y antes de terminar de exponer estos conocimientos bibliográficos acerca de la composición química del diente, queremos hacer resaltar un hecho, puesto de manifiesto por Hodge y sus colaboradores (25), respecto al magnesio, y es que éste se encuentra en mayor proporción en la dentina que en el esmalte, bajo la forma de fosfato o de carbonato. Estos investigadores encuentran en la constitución mineral de la dentina en dientes sanos un 1,6 por 100 de magnesio, y parece que una dieta pobre en este oligoelemento produce, al igual que el flúor, caries dentarias, y análogamente a aquél, un aporte exógeno en demasía de magnesio también produciría caries; hecho que sería de gran interés el demostrar, y que aquí queremos dejar apuntado.

Hasta hace algunos años se había considerado el tejido óseo, así como a los dientes, como tejido con una composición química estable, fija, sin que sufriese variaciones debidas al metabolismo general orgánico, pero hoy día sabemos que el tejido óseo es lábil y que mantiene estrechas relaciones fisiológicas con la composición química de la sangre, encontrándose en todo momento en un estado de equilibrio dinámico con ella, y así, gracias a los trabajos realizados por Le Fevre-Manly, Hodge, Manly y Bale (26), sabemos que es un tejido el esmalte dentario, en el que, aunque lentamente, pero de una manera continua, están verificándose procesos químicos metabólicos que mantienen este estado de equilibrio dinámico. Y así, dichos autores, trabajando con fósforo radiactivo P_{32} , han estudiado el metabolismo del diente, del hueso y del intercambio químico

de éstos con la sangre circulante, habiendo comprobado en animales de experimentación, a los que se ha agregado en su dieta fosfato disódico, preparado con fósforo radiactivo; que éste se fija desde el primer momento en los huesos largos, especialmente en las epífisis, así como también en los dientes incisivos, donde a las cuatro horas de haber sido administrada la dieta ya existe presente un 2 por 100 del radiofósforo ingerido por gramo de sustancia mineral, habiéndose podido comprobar una mayor fijación en la raíz del diente que en la parte oclusal del mismo.

Este radioelemento se encuentra asimismo presente en los molares, pero en cantidad mucho más pequeña, ya que a las cuatro horas sólo llega a demostrarse el 1 por 100, teniendo su concentración máxima a las doce horas, y disminuyendo después lentamente. Este radiofósforo se encuentra también en el esmalte dental.

Dessauer (23), experimentando con sodio radiactivo, demostró cómo éste, circulante en el plasma sanguíneo, se fija en el esmalte, en la dentina y en los huesos, intercambiándose con moléculas de sodio preexistentes, lo cual viene a demostrarnos una vez más la labilidad e intercambio del tejido óseo.

Havassy (27) ha puesto también de manifiesto el reemplazo del fósforo radiactivo, que, junto con los alimentos, les fué suministrado a ratas y gatos jóvenes, habiendo comprobado que a los doscientos cincuenta días se ha producido en el diente el reemplazo por dicho radiofósforo del 1 por 100 del fósforo preexistente.

Por lo que respecta a la composición química de que estamos tratando, y refiriéndonos a la materia orgánica, podemos decir de manera general que ésta viene a ser el 2 por 100 del peso total del esmalte dentario, en el cual el agua está representada por otro 2 por 100 aproximadamente, mientras que en la dentina, la materia orgánica se encuentra en mucha mayor cantidad (25 por 100), y el agua está en una proporción del 10 por 100, habiéndose puesto de manifiesto cómo al existir caries se presenta un aumento de materia orgánica en la dentina, a expensas de una disminución en lo que respecta a su contenido orgánico, mientras que, por el contrario, en el esmalte cariado no se manifiestan estas modificaciones.

Evidentemente, si, por una parte, ha quedado demostrado que el flúor es parte integrante del esmalte dentario, y por otra, que éste es un tejido lábil, y que, aunque con un metabolismo lento, se encuentra siempre en intercambio y en equilibrio químico-dinámico con la sangre; es evidente, como decimos, que el mayor o menor aporte exógeno de flúor influirá en la composición del esmalte dentario.

Por otra parte, tenemos que ha sido puesto de manifiesto por Wolker (28) que el flúor protege al esmalte lo mismo que a la dentina, al hacer ambos tejidos que sean menos solubles en el ácido láctico, pues este autor ha demostrado cómo estos dos tejidos, reducidos a polvo, y tratados previamente con una solución de fluoruro, son menos solubles en el ácido láctico que si no han sido tratados por dicha solución. Este hecho dió lugar a que se verificasen experiencias en este sentido, en las que, en lugar de tratar al diente con dicha solución fluorada, lo que se hacía era administrar a los animales de experimentación dietas ricas en flúor, y se vió cómo los dientes de aquellos animales que habían tomado la dieta eran menos solubles en ácido láctico.

Respecto a la importancia del flúor en el tejido dentario, aún hay más, y es que este elemento actúa sobre el medio salival, impidiendo el desarrollo del "*Lactobacillus acidophilus*", como ha demostrado Jay (29), evitando, por tanto, la formación bacteriana del ácido láctico, el cual ataca al esmalte, ya que, como hemos dicho anteriormente, este tejido, al igual que la dentina, son solubles en medio ácido, y de aquí el que sea necesario para evitar la caries dentaria el que la saliva se mantenga alcalina para neutralizar estos ácidos formados. Además, para evitar la formación de caries es necesario que la saliva ejerza una cierta acción "puffer" para impedir que los ácidos que ingerimos en la alimentación puedan quedar en la boca, solubilizando estos tejidos dentarios y dando lugar a la producción de caries.

Este mecanismo, que impide el desarrollo del "*Lactobacillus*", parece que es debido a la inhibición que el ion flúor produce en el sistema enzimático de estas bacterias acidógenas.

Por otra parte, el ion flúor es un veneno específico de la fosfatasa, la cual es esencial en el proceso enzimático de la

transformación de los hidratos de carbono en ácido láctico, pirúvico, etc, y así, Bibby y Van Kesteren (30) han encontrado en sus investigaciones una disminución en la producción de ácido para las bacterias existentes en la boca, en presencia de pequeñas cantidades de flúor.

Finn y Ast (31) encuentran un número menor de "Lactobacillus" en la boca de aquellos individuos que habitan en zonas cuya agua de bebida es rica en flúor; pero esto no prueba, como pone de manifiesto Bibby (32), que el número de "Lactobacillus" esté en relación directa con la actividad de la caries. Y, desde luego, ha sido puesto de manifiesto por Hill y White (33) que la formación de ácidos a partir de los hidratos de carbono no es debida única y exclusivamente a la presencia de "Lactobacillus", ni incluso son éstos el factor más importante de dicha transformación. Como decimos, es hoy día una tesis muy aceptada la de que el flúor actúa cambiando la flora bacteriana de la boca (34); pero, sin embargo, existe en contra de ella una nota discordante, cual es la introducida por Shaner y Smith (35), quienes, usando un dentífrico que contenía flúor, no observaron reducción alguna de bacilos en la flora bucal; por tanto, esta teoría, aunque hoy día tiene muchos partidarios, no está, sin embargo, totalmente admitida, y creemos es asunto digno de estudiarse con más detalle, puesto que ello nos aclararía si el flúor y sus sales deben ser o no incorporados a los dentífricos.

Ahora bien: que el flúor es un inhibidor de la fosfatasa ha sido puesto de manifiesto en muy repetidas ocasiones, y así, Mc Clure y Arnold (36) y Miller (37), así como también Dale (38), insisten en ello.

Vemos, pues, cómo el flúor forma parte del tejido dentario y es a la vez un agente protector contra la caries, pero podemos hacernos entonces una serie de preguntas, cuales son:

¿Por qué el flúor actúa sobre el esmalte, produciendo mayor endurecimiento del mismo, e incluso veteados? Se cree que esto es debido a que el flúor actúa sobre las distintas clases de apatitos, constituyentes del esmalte, formando flúor-apatito, el cual es más insoluble en los ácidos y, por tanto, más resistente:



(en esta fórmula, x puede ser: CO_3 ; CO_2 ; SO_4 ; F ; etc.)

lo cual ha sido puesto de manifiesto por Volker impregnando hidroxiapatito, o polvo del esmalte dentario, con fluoruros, y vió cómo el flúor era absorbido por este compuesto. En el producto resultante se estudió su solubilidad en los ácidos, y se vió que una vez que había absorbido el flúor el esmalte dentario se hacía más insoluble.

Otra pregunta que podemos hacer es la de: ¿Cómo actúa el flúor protegiendo al diente? Leicester (39) contesta a esta pregunta considerando:

1.º Fijación del flúor.—Durante la formación del diente, esta fijación consistiría en formar el hidroxiapatito constituyente del esmalte dentario del mismo, y una vez, después de la erupción del diente, actuaría fijándose superficialmente en la capa de esmalte. Ahora bien: Rusell (40) cree que en todo momento la acción del flúor es de fijación superficial.

2.º El flúor ejerce reducción de la solubilidad del esmalte en los ácidos.

3.º La acción envenenadora del flúor sobre la fosfatasa.

4.º La inhibición del sistema enzimático en las bacterias acidógenas.

El flúor contenido en la alimentación ejerce, por tanto, una indudable acción sobre el estado de los dientes, ya que, además de las experiencias y teorías anteriormente expuestas, se ha comprobado experimentalmente que el flúor ingerido con los alimentos es fijado por los tejidos dentarios, y así, en 1939, Volker (41) demostró cómo esto era cierto, empleando en sus experiencias flúor marcado, es decir, radiactivo. Se ha estudiado también cómo se fija en el diente el flúor contenido en el agua de bebida; y así, Terry y Armstrong y Arnold y Mc Clure (42) demuestran cómo se fija este elemento simultáneamente en el esmalte y en la dentina; en el primero, por efecto de superficie, mientras que en la dentina lo hace por vía general. Esta fijación sobre el esmalte por efecto de superficie es totalmente estable, y así, Norvold, Inglis y Armstrong (43) han comprobado

cómo sumergiendo los dientes durante cien minutos en una solución de fluoruro sódico al 2 por 100 es suficiente para que la fijación de flúor sea permanente. Pero, ahora bien: esta acción del flúor ingerido con los alimentos es de extraordinaria importancia, pues, además de su acción protectora ya indicada sobre la dentición, hemos de tener en cuenta que un aporte exógeno excesivo de este oligoelemento es, a su vez, perjudicial, pues puede llegar a producir una fluorosis aguda tóxica, que incluso si la dosis es considerable, puede llegar a ser mortal (se considera como dosis letal la de 100 mili-miligramos, o sea 100 gammas por kilo de peso), o al menos puede dar origen a una fluorosis crónica, en la que uno de sus síntomas es el llamado "veteado de los dientes", el cual se produce como consecuencia de una hipoplasia del esmalte, acompañada de una degeneración de los amiloblastos y una acentuada línea de separación entre el esmalte y la dentina.

Esta fluorosis crónica, en ciertos casos, cuya gravedad es ya considerable, y muy en especial en la infancia, llega a producir el llamado "veteado de las uñas".

Como decimos, el flúor puede dar lugar a una verdadera intoxicación, incluso de carácter mortal, cuando llega a producir un síndrome de fluorización ósea total; y así, de 163 casos de envenamamiento por flúor, 47 llegaron a ser letales. Ha sido comprobado que 56 gramos de solución de fluoruro sódico al 2 por 100 es capaz de producir una intoxicación aguda. Y por lo que respecta a la toxicología de este elemento químico, podemos agregar que existe una intoxicación crónica de carácter profesional, cual es la de los obreros que trabajan en criolita.

El flúor actúa toxicológicamente precipitando el calcio en las fibras nerviosas vegetativas que regulan las glándulas paratiroides, siendo por tanto un verdadero tóxico nervioso, y así vemos como esta distrofia dental denominada "dientes moteados", originada por el prolongado consumo de aguas de bebida ricas en flúor suele ir acompañada, especialmente en los niños menores de ocho años, de una atrofia de las uñas, o sea las "uñas moteadas", así como de una caída prematura del pelo y una acentuada dermatosis.

Se ha comprobado experimentalmente que las lesiones ecodérmicas originadas por el flúor, coinciden en un todo con las

producidas por una paratiroidectomía experimental. La intoxicación crónica por flúor presenta un cuadro clínico con síntomas que podemos considerar tetanoides, siendo éstos principalmente: prurito, parestesia, espasmos en manos y pies, y calambres en las pantorrillas. Spira (44) ha efectuado una serie de experiencias en ratas que le han llevado a la conclusión de que el flúor interfiere en el mecanismo de acción de la vitamina B, puesto que pudo comprobar que ratas a las que administraba simultáneamente vitamina B resistían mayores dosis de flúor que las que no recibían aporte vitamínico.

La lesión producida en estas fluorosis crónicas en el cliente —“dientes veteados”—, es una hipoplasia producida en los dientes permanente, y que se caracteriza por la pérdida del brillo del esmalte y la aparición de manchas que varían desde el color gris hasta el negro. Estas manchas son de carácter permanente, irreversibles, puesto que una vez que han aparecido ya no hay manera de modificarlas; siendo manchas que nunca se presentan en forma difusa, sino en zonas verdaderamente separadas unas de otras.

Experimentalmente esta fluorosis crónica ha sido producida en ratas por Mc Clure (45).

Estas fluorosis no suelen presentarse en un cierto individuo aisladamente, sino que, por el contrario, dan lugar a verdaderas intoxicaciones endémicas, como la encontrada por Mc Kay, en la ciudad de Bauxita, en Arkansas, en la que la totalidad de los niños nativos presentaban “dientes veteados”, comprobándose que el agua que bebían contenía un exceso de flúor (13,7 mgr. por litro). Se procedió en dicha ciudad a cambiar el agua de bebida por otra exenta de flúor, y al cabo de diez años se comprobó que los nacidos durante este período de tiempo presentaban dientes normales.

Estos casos de fluorosis endémica son bastante numerosos, y así, a posteriori de éste que citamos como punto de referencia histórica, se han citado multitud de determinaciones efectuadas en regiones en que ha sido comprobada la gran riqueza de flúor en las aguas de consumo de las mismas; y así, gracias a los trabajos de Grau (3), Muñoz (46), Gómez Galissier (16), etcétera, se han estudiado las aguas de la Argentina. En los EE. UU. se han verificado también estudios de gran trascen-

dencia en tal sentido, así como en ciertas zonas de Inglaterra, Italia, China, Japón, Marruecos, etc. (47) en las que han sido descritas zonas endémicas en las que se presentaban fluorosis crónica con la aparición del síntoma de "dientes veteados". En la península de Arabia y en casi todo el Asia Menor han sido descritas nuevas regiones vetógenas (48). Entre nosotros, hemos de destacar el trabajo realizado por el doctor García Palao (49), verificado hace poco tiempo en la villa de Rollan, en la provincia de Salamanca.

Pueden presentarse lesiones dentarias, con manchas en el esmalte, que sean debidas no ya al flúor, sino a alteraciones de la alimentación; y así, Murray y Wilson (50), trabajando en el sector de Khouribya en Marruecos, comprobaron cómo los niños indígenas, muy mal nutridos, presentaban estas erosiones en el esmalte dental, a pesar de que las dosis de flúor en las aguas de bebida empleadas no eran deficitarias; hecho que ellos achacan al contenido de yodo en dichas aguas; asimismo, con un régimen alimenticio muy deficiente, Coumoulos (51) en Maldon (Essex), encontró también alteraciones discretas del esmalte dentario, quizá debidas al yodo; todo lo cual nos demuestra que pueden presentarse manchas en el esmalte, análogas a las del veteado por fluorosis, sin que sean debidas a esta causa.

Evidentemente, el estado nutricional de una población, especialmente por lo que se refiere al aporte exógeno del calcio, interviene en la prevalencia y grado de moteado causado por la concentración de flúor en el agua de bebida, siendo este moteado tanto más intenso cuanto peor sea el estado nutricional, y menor nivel cálcico del individuo. Asimismo, el grado de moteado no solamente es un indicador de la concentración de flúor en el agua ingerida durante el período de formación y calcificación del esmalte, sino también de una serie de sistemas intercurrentes de disturbios nutricionales. Por tanto, cuando un individuo o una población muestran moteado en el esmalte dentario, debe inmediatamente estudiarse el grado nutricional de los mismos, consecuencia a la cual llegan Masler y Schour (52), después de estudiar 928 casos de habitantes en una zona fluorósica endémica de Italia (Campagnano di Roma y Quarto), comprobando las diferencias sintomáticas de

la fluorosis presente en dicha región con las halladas en zonas de los EE. UU. cuya concentración de flúor en las aguas de bebida eran análogas a las de aquella zona italiana, habiendo podido observarse que en aquellas poblaciones italianas, con un grado de nutrición menor que el de las norteamericanas, era más alto el número de individuos afectados, así como más intenso el moteado dental.

Dado todo lo visto anteriormente, nos cabe preguntar ¿qué concentración de flúor en el agua de bebida es la más conveniente?, pues se desea que no sea deficitaria en flúor, para que por, lo tanto, ejerza una protección contra la caries dentaria, pero que, por otra parte, tampoco sea tan elevada que pueda producir una fluorosis crónica, que aunque de sintomatología leve, dé lugar a este moteado del diente, que desde el punto de vista social y estético es de alguna importancia.

A esto nos contestan diversos autores con sus trabajos de investigación, y así, por ejemplo, Dean (53) fija, como máximo, para la concentración de flúor en el agua la de 1,5 partes por millón, siendo necesario que contenga, como mínimo, 0,5 miligramos por litro (partes p. m.). Otros autores como, por ejemplo, Trelles (54), en la Argentina, estudiando 2.300 escolares, estima que no debe sobrepasar la cifra de 1 miligramo por litro; es decir, una parte por millón, habiendo comprobado este autor que aguas que contienen 0,6 p. p. m. de flúor, no producen veteado alguno, pero cuando esta concentración se ha elevado a 2, e incluso hasta 3,5 miligramos por litro (p. p. m.) aparece ya el veteado de los dientes, y así en un agua de consumo que contenía 2,4 p. p. millón, el porcentaje de moteado entre la población escolar estudiada que la consumía, se elevó al 48 por 100, y de éstos, un 25 por 100 presentaban el veteado de color pardo. Al sobrepasar los 3,5 miligramos por litro ya se producen intoxicaciones graves, pudiendo llegar a manifestarse verdaderas fluorosis óseas, en el caso de que el individuo haya permanecido tomando estas aguas durante veinte o treinta años, y es curioso el hecho que ha podido comprobarse, de que si un sujeto adulto ya totalmente calcificado y por tanto con dientes permanentes se encuentra intoxicado, al pasar del medio afectado a otro exento de flúor, no se mo-

difica el grado de su intoxicación que ha adquirido ya la categoría de constitucional.

Raffaele (55) ha observado una relación cuantitativa entre la concentración de flúor en el agua de bebida y los efectos clínicos comprobados estadísticamente, y así este autor pudo comprobar que con aguas que contenían una parte por millón, el 10 por 100 de los niños de aquella zona presentaban un ligerísimo veteado, casi nulo. En cambio, en otra zona, con una concentración de 1,8 p. p. m. el porcentaje de dientes veteados se presentaba aproximadamente en el 50 por 100 de la población. Con aguas cuya concentración en flúor es de 2,5 p. p. m., el porcentaje es del 80 por 100 de la población, de los cuales el 25 por 100 son casos que revisten cierta gravedad. Por último, en aguas cuya concentración es de 4 p. p. m. se presenta el moteado en el 90 por 100 de los habitantes, de los cuales un 35 por 100 son casos graves, e incluso muy graves de intoxicación.

De todos estos estudios se ha deducido que la edad más apropiada para la aparición del veteado de los dientes es, como dice Grau (3), la de siete y ocho años. Después de los doce años de edad, aunque entonces se comience a tomar aguas muy ricas en flúor, ya no se manifiesta tal fenómeno. En los adultos, y por lo general después de los treinta años, se manifiesta una fluorosis ósea, que como hemos dicho anteriormente, puede llegar a ser constitucional.

Si unido a esta excesiva concentración de flúor en el agua de bebida, se añade una mala nutrición, aparece el signo de "espaldas cargadas", debido a espondilosis deformante y espondilitis osteoartrítica, relativamente frecuente entre los niños y adultos habitantes en zonas veteógenas (56).

Dean y sus colaboradores (57) compararon dos grupos de niños, de doce a catorce años de edad, el uno habitante en Galesburg, cuyas aguas de bebida contienen 1,8 p. p. m. de flúor, con otro, habitante en Quincy, cuya agua de bebida está totalmente exenta de flúor, y estos investigadores llegaron a la conclusión de que los niños de Quincy presentaban tres veces mayor número de caries que aquéllos otros de Galesburg, que si bien el 50 por 100 de ellos presentaban moteado, sin embargo su dentadura era perfecta en lo que respecta al número de

caries y, por otra parte, comprobaron la existencia de un menor número de lactobacillus en la boca de estos individuos.

Podemos resumir todos estos trabajos, admitiendo como concentración mínima de flúor en el agua de bebida, para que no aparezcan caries, la de 0,5 p. p. m., es decir, 0,5 miligramos de F por litro. Dean y sus col. estiman que la concentración óptima es la de 1,2 p. p. m., con la cual el 15 por 100 de las alteraciones producidas por esta concentración de flúor no está representada más que por pequeñas manchas, todo lo más en las cúspides de los caninos y de los segundos molares.

Dean y sus col. (58) han extendido sus investigaciones para estudiar primeramente 4.425 niños de 13 villas de los EE. UU. y después 8.576 niños de otras diferentes villas, cuya edad oscilaba entre los doce y catorce años, con lo cual llegaron a establecer una cierta relación entre contenido de flúor del agua y número de caries.

Para Arnold (59) parece que el mínimun de caries, y al mismo tiempo el mínimun de alteraciones dentarias, es cuando la concentración mayor no produce una mayor protección y, por el contrario, las lesiones dentarias debidas a la fluorosis se aumentan. A análogos resultados ha llegado Frisch (60), efectuando estudios en Salida y en Unión Grave.

Otra pregunta que nos hacemos es la de ¿muchas personas se abastecen de aguas fluoradas naturales? A esto nos contesta Hill (61), diciéndonos que en los EE. UU. más de 5 millones y medio de personas consumen aguas que contienen más de 0,5 p. p. m. de flúor; es decir, aproximadamente un 4,3 por 100 de la población total de dicha nación. Para darnos una más perfecta idea, recordemos que este mismo autor y sus colaboradores examinaron 6.299 muestras de aguas potables, de las cuales 1.416, o sea, el 22,3 por 100, contenían una cantidad de flúor mayor de 0,6 p. p. m.; en el 6 por 100, es decir, en 378 muestras, la concentración de F excedía de 1,5 miligramos por litro; es decir, que como vemos, es bastante frecuente, especialmente en regiones de origen volcánico el que las aguas contengan una concentración elevada de flúor, ya que parece que el origen de este elemento en las aguas es precisamente el volcánico.

De todo lo anteriormente expuesto, deducimos que como preventivo de la caries dentaria, es necesaria la presencia del flúor en el agua de bebida y en los alimentos, pero tampoco debe sobrepasar de una cierta concentración, puesto que entonces ya se presentan síntomas de intoxicación crónica, o incluso, si aquella es muy elevada, aguda. Por tanto, desde el punto de vista sanitario, es del mayor interés el estudio de este aporte exógeno de dicho elemento, así como de las modificaciones que puedan hacerse con respecto al mismo, puesto que habrá zonas en que será necesario aumentar la concentración de flúor en las aguas de bebida, mientras que en otras será imprescindible le rebajar dicha concentración, y de aquí, el que nos haya parecido oportuno efectuar este humilde trabajo para encauzar las investigaciones hacia este interesante problema, máxime si tenemos en cuenta que existe una cierta relación entre la concentración de flúor en los alimentos, y su riqueza en las aguas de la región donde han sido producidos, lo mismo sean de origen vegetal que de origen animal, puesto que la nutrición de aquéllos o de éstos está influenciada a su vez por el metabolismo a que hayan estado sometidos respecto a este elemento, y de aquí el que consideremos necesario efectuar esta clase de estudios, no ya de una manera general, sino por regiones, puesto que al variar la composición química del agua con relación a este elemento, variará también la de los alimentos procedentes de la misma región, y es así cómo en una cierta nación, por ejemplo en la Argentina, se verifican estos estudios en regiones diversas, igual podríamos decir de los EE. UU. y de cuantas naciones se preocupan por esta clase de estudios sanitarios.

Después de haber visto cómo es necesario que exista una cierta concentración de flúor en el agua de bebida, y que a su vez no sea ésta excesiva, surge el problema sanitario, de gran importancia social y técnica, cual es el de enriquecer las aguas de consumo con este elemento, en aquellas regiones pobres en él y, en cambio, eliminarle de aquellas otras en las cuales se encuentran en exceso, dando lugar a verdaderas fluorosis crónicas.

Hoy día contamos con cuatro productos químicos utilizables para la fluoración del agua de bebida, que son: el fluoruro

sódico, el sílicofluoruro de sodio, el ácido hidrofluosilícico y el ácido hidrofluórico; existiendo en la actualidad instrumental y equipos para grandes y pequeños abastecimientos de agua. Hoy día (nos referimos a los datos de Black (62), publicados en febrero de 1952), en los EE. UU. existen 105 instalaciones de este tipo, de las cuales 67 emplean fluoruro sódico, 33 sílicofluoruro de sodio, 4 ácido hidrofluosilícico, y 1 solamente ácido hidrofluórico.

En estas instalaciones hay que tener en cuenta, además de la utilidad del producto a emplear, el costo de mantenimiento e instalación de las mismas, asunto que hay que estudiar con bastante detalle, originando una serie de problemas de ingeniería que se salen de los límites de nuestro propósito.

Todas ellas han de estar regidas por personal técnico, y así, por ejemplo, en Winsconsin (63), que es uno de los primeros Estados que se adelantaron en los programas de fluorización de las aguas de bebida, cuenta con un amplio cuadro de técnicos, y en el año 1951 tenía montada una serie de equipos de diferentes tipos para la fluorización, empleando diversos productos químicos, en diferentes municipios de unos 500 habitantes cada uno.

Como decimos, existen hoy día aparatos técnicos para esta clase de operaciones, pudiendo alcanzar su coste de instalación desde cantidades relativamente pequeñas—alrededor de los 500 dólares (63)—de uso para pequeñas comunidades, hasta la cifra de varios miles de dólares para grandes poblaciones.

El empleo de solución saturada de fluoruro sódico tiene la ventaja de que puede emplearse en alimentadores volumétricos pequeños. Además, en regiones en que existan variaciones bruscas de temperatura, es bastante indicado su uso, pues su solubilidad se mantiene constante a diferentes temperaturas, entre amplios límites de variación (4,03 por 100 a 15° C y 4,11 por 100 a 100° C). Además tiene la ventaja de poderse emplear bajo la forma granulada, todo lo cual le hace sea conveniente para pequeñas instalaciones de fluorización; pero, en cambio, es de coste elevado el producto.

La fluorización por sílicofluoruro sódico SiF_6Na_2 , es mucho más barata, y de aquí el que su uso sea muy indicado para los abastecimientos en gran escala, pero tiene el incon-

veniente de necesitar una instalación costosa, puesto que dada su pequeña solubilidad, por una parte, y por otra, su acción corrosiva, hace que no se use a saturación como el fluoruro sódico, sino en mezclas acuosas llamadas "slurry", a una concentración del 20 al 30 por 100, siendo necesario aplicarlas por medio de un tipo especial de alimentador seco. El empleo de este agente de fluoración no está indicado cuando se trata de aguas ya duras de por sí, puesto que entonces la sílice agregada puede originar costras, verdaderas granulaciones, al ser precipitada, obstruyendo entonces, e incluso llegando a romper, las tuberías de conducción.

Por lo que respecta al ácido hidrofluosilícico, presenta asimismo este último inconveniente apuntado para la sílicofluoruro sódico de formar costras y obstrucciones en las tuberías, si el agua ya es dura de por sí.

Bull y sus colaboradores (63), nos indican que el costo de la fluorización del agua es anualmente y por cabeza de cuatro a cinco céntimos, si empleamos sílicofluoruro sódico, y de 10 a 14 céntimos empleando fluoruro. Parece que el costo del ácido hidrofluosilícico, asimismo empleado para la fluorización del agua de consumo, viene a ser aproximadamente intermedio entre los dos costos anteriormente citados.

Evidentemente, siempre que se proceda a la fluorización, es necesario hacer continuamente análisis del agua de bebida, para determinar la riqueza en flúor en todo momento, y a tal fin se han descrito numerosos aparatos que no son más que diversos tipos de comparadores, puesto que hoy día se usa siempre el método colorimétrico, basado en la decoloración que ejerce el ion flúor sobre la laca coloreada de alizarin-sulfonato sódico y una sal de circonio, método que ya en 1946 fué recomendado por la United States Public Health Service (64), y así por ejemplo, podemos citar el comparador de Taylor (63), de manejo sencillo y de costo relativamente pequeño, aproximadamente unos 30 dólares.

Respecto a la importancia sanitaria de este problema, bástenos citar que el tema principal de la IV Conferencia de Directores Dentales Estaduales (65), celebrada en Washington en 1951, fué el de la fluorización de los abastecimientos de

agua, y en esta reunión se hizo notar que las investigaciones efectuadas muestran que los niños nacidos y criados en regiones cuyas aguas contienen por naturaleza flúor, la incidencia de caries dentales es 65 por 100 menor que en aquellas otras regiones cuyas aguas no contienen dicho elemento.

En 1951 existían ya en Norteamérica, y concretamente en los EE. UU. (66), 159 pueblos que tenían instalados equipos de fluorización de las aguas, y en posterior "rapports" presentados a la American Dental Association, han sido otras muchas ciudades las que han comunicado las nuevas instalaciones montadas a tal fin, y así, en el Estado de California, se montan nuevas instalaciones en Vallejo, San Diego, San Francisco, Río Vista, etc., e igualmente sucede en los Estados de Kansas, Maryland, Michigan, New Jersey, Pensilvania, Washington y, por último, en el de Wisconsin, donde ya son 103 las ciudades o municipalidades que tienen un programa para la fluorización de las aguas de bebida.

Igual importancia ha revestido este problema sanitario en otras naciones como, por ejemplo, en Puerto Rico, donde dado el elevado índice de caries entre los escolares (el índice DMF es de 8,0), unido a la pobre situación económica de la población, y por tanto mal estado nutricional de la misma, han hecho que se establezca un plan de fluorización del agua de bebida (67) que empezó en el año 1952, para terminar en el 1957, en el que se espera estén instalados todos los equipos programados en este plan. Desea dotar a los 77 municipios de la isla de los equipos de fluorización, para que sus 2.206.414 habitantes reciban agua de abastecimiento en debidas condiciones. En virtud de este plan citado, que abarca seis años de duración, se espera que a su terminación, en 1957, puedan abastecerse de agua fluorada unas 928.000 personas, con un costo de unos 983.000 dólares. Hoy día, en dicho plan, se considera como costo de la operación el de 60 centavos por persona y año, pero se cree que este costo teórico podrá ser rebajado en la práctica.

Apuntamos anteriormente la necesidad de eliminar el flúor en los abastecimientos de agua que lo contienen en exceso, y así han sido estudiados diversos procedimientos químicos dirigidos a tal fin.

Cuando se trate de aguas cuyo contenido en flúor no pase de las 2 p. p. m., pueden corregirse individualmente sin más que añadir por cada litro de agua una cucharada de las de café de magnesia calcinada, se hierve el agua y se decanta, con lo cual se consigue un agua totalmente potable. Claro está que para efectuar una desfluorización por este procedimiento en una región vetógena, es necesaria ejercer previamente una gran propaganda sanitaria, con el fin de educar a los habitantes de aquella zona en este sentido y, por tanto, el procedimiento no suele ser todo lo efectivo que fuera de desear.

Para los servicios públicos se han prescrito diversos métodos, y así Boruf (68), en Illinois, recomendó la adición de alumbre al agua de bebida y posterior filtración, consiguiendo de esta manera una gran desfluorización, pero este procedimiento es caro e inseguro. Kramer (69), propone la filtración del agua sobre filtros de arena que contengan un 2 por 100 de aluminio, con lo que ésta ejerce también una absorción del flúor. Otros aconsejan la adición de carbón activo, el cual presenta un gran poder de absorción y, por tanto, de desfluorización, pero este método es sumamente costoso, desde el punto de vista económico no es práctico. Se ha empleado también zeolita, la cual produce con el agua un gel de hidróxido magnésico que absorbe el ión flúor. Este método, que fué establecido por Scott y sus colaboradores (70), se lleva a la práctica agregando al agua sulfato magnésico, si ésta de por sí no contiene suficiente ión magnésico (91 p. p. m. para absorber 2 p. p. m. de flúor), después se agrega lechada de cal para neutralizar y, por último, se elimina ésta por carbonatación. Este método debido a su economía, es empleado por muchos municipios de los EE. UU., en los que necesitan eliminar el exceso de flúor que contienen sus aguas.

También ha sido aconsejado el empleo de fosfato tricálcico (procedente de huesos), así como el de alúmina hidratada, la cual presenta la ventaja de que absorbe hasta cuatro miligramos de flúor por gramo de bauxita, que es el mineral que se ha empleado (71), la cual, una vez agotada, se regenera por tratamiento alcalino, seguido de neutralización con ácido clorhídrico diluído.

Smith, H. W. y Margaret, C. Smith (72), han aconsejado el empleo de huesos calcinados y molidos para la absorción del ión flúor. Hoy día se encuentran muy en boga una serie de productos patentados como, por ejemplo, el llamado "Fluorex", que consiste en una mezcla de fosfato tricálcico y de hidroxiapatita sintética, acompañada de material filtrante. Este último procedimiento de desfluorización parece ser económico y, por tanto, útil para grandes abastecimientos de aguas fluordas naturalmente, dado que el material absorbente es barato y de larga duración.

Por lo que respecta a todos estos métodos de desfluorización de las aguas, Grau (3), en su trabajo citado pasa revista a una buena serie de ellos y, por otra parte, Burwell, Case y Goodnight (76) han publicado un trabajo de revisión de conjunto sobre todos estos métodos, de los que en la actualidad se citan numerosos.

Por último, no queremos dar por terminado este capítulo de resumen bibliográfico de la presente Memoria, sin hacer mención al método de profilaxis dental, hoy día bastante en boga, consistente en la aplicación tópica local de soluciones diluídas de fluoruro sódico.

A tal propósito, y como ya hemos indicado anteriormente, recordemos que las soluciones de fluoruro sódico no ingeridas, sino aplicadas tópicamente, son fijadas sobre el esmalte dental bajo la forma de fluoruro cálcico, como ha sido visto por medio del microscopio electrónico al estudiar la estructura de dientes sumergidos en dichas soluciones, protegiendo al diente al disminuir la solubilidad del esmalte dentario en los ácidos orgánicos y proporcionándole una manifiesta mayor dureza, como se desprende de las experiencias con ayuda del microscopio electrónico por Gerould (73). Asimismo, Souder y Schoonover (74) han visto cómo aplicando una solución de fluoruro sódico sobre una estría efectuada en el esmalte dentario, ésta se recubre casi por completo de cristales de fluoruro cálcico.

Por otra parte, se citan en la literatura mundial numerosos trabajos en los que se confirma una vez más cómo la aplicación tópica de fluoruro sódico o de fluoruro de estaño proporcionan a los dientes una mayor dureza, y así, Phillips y Sthwarz (75)

han podido demostrar cómo dientes sumergidos durante veinticinco minutos en una solución de fluoruro sódico, y después de raspados con piedra pómez durante tres minutos de cepillado, les queda aún un aumento de dureza del 12,7 por 100. A este propósito, existe una interminable serie de trabajos que harían demasiado extensa su enumeración.

De todas estas investigaciones se desprende el uso cada día más frecuente de la aplicación tópica de fluoruro sódico al 2 por 100, y así, según nos informa Scheele (77), el Congreso de los EE. UU., en el año 1948, presupuestó un millón de dólares para instituir los servicios de investigación y aplicación tópica de fluoruros en los niños.

Existen diversas técnicas para esta aplicación tópica del fluoruro sobre los dientes como profiláctico de las caries; profilaxis de numerosos autores como Bibby, Armstrong, Galagan, Schimidt, Syrrist, etc., recomiendan y muy en especial Knutson (78), quien en la conferencia de Michigan afirmó como resultado de sus trabajos de investigación y estadística, que la aplicación tópica de la solución de fluoruro sódico al 2 por 100 puede llegar a reducir en los niños el número de caries hasta un 40 por 100.

Knutson recomienda como técnica la de una limpieza previa de la boca mediante una capa de caucho montada sobre el torno y piedra pómez pulverizada. A continuación, se aíslan los dientes con rollos de algodón, se secan las superficies dentarias con aire comprimido hasta que están bien secas, y por último, se hace la aplicación de la solución fluorada dejándola secar al aire durante unos cuatro minutos, al cabo de los cuales puede, si se desea, enjuagarse la boca.

Este autor recomienda se efectúen las aplicaciones en los niños en cuatro series de sesiones, a razón de una o dos aplicaciones por semana. La primera, a los tres años de edad, sobre los dientes temporales. La segunda, a los siete años, sobre los incisivos y primeros molares. La tercera, a los diez años de edad, sobre los premolares y caninos inferiores, y por último, la cuarta, a los trece años, sobre los segundos molares y caninos superiores.

A pesar del entusiasmo que esa técnica ha despertado, hay que hacer algunas objeciones, y así, entre otras varias, tene-

mos la de que si bien en esas edades, con esta aplicación tópica de flúor, se combaten las caries, ha de tenerse presente que no es precisamente entonces cuando mayor número de ellas se producen, y como el depósito de fluoruro cálcico asentado sobre el esmalte dentario como consecuencia de esta aplicación tópica no es permanente, resulta que el problema queda resuelto tan sólo de una manera temporal. Por otra parte, Mc Bride (79), indica la dificultad existente en los niños de corta edad para practicar la primera aplicación y estima que, por lo menos, hasta los cinco años de edad no puede efectuarse con éxito. Por otra parte, el método es engorroso y, por tanto, exige muchas horas, lo cual hace que sea de difícil aplicación, discutiéndose si el tiempo que se exige para efectuarlo justifica los resultados obtenidos.

Otra objeción que puede hacerse a la aplicación tópica del fluoruro, es la de la dificultad de que esta sal se ponga en contacto con los cristales de hidroxiapatito, constituyentes del tejido dentario, para que tenga lugar la reacción química de formación de fluorapatito, como expusimos anteriormente o la de formación de fluoruro cálcico, como acabamos de indicar, pero es evidente que se forme una sustancia u otra, en ambos casos tiene que estar en íntimo contacto la solución de fluoruro con el hidroxiapatito o la sal cálcica del tejido dentario, y esto es muy difícil, puesto que la misma membrana de Nasmyth ejerce una acción aislante.

Se ha pensado si concentraciones mayores de fluoruro sódico serían convenientes, a esto Knutson y Armstrong indican que en los dientes tratados con esta aplicación local no encontraron un mayor contenido normal de flúor que en aquéllos otros no tratados que sometieron asimismo a análisis químico. Sin embargo, después de los numerosos estudios realizados, se cree hoy día que con soluciones más concentradas y con un mayor tiempo de impregnación, se consigue dar al esmalte dentario una mayor dureza, e incluso que se incorpore a dicho tejido una mayor cantidad de flúor.

Junto a esta profilaxis de la caries dentaria por la aplicación tópica de fluoruros se ha aconsejado el asociar otras series profilácticas de cuidados varios, como es, en primer lugar,

el régimen alimenticio, recomendándose una dieta equilibrada, por lo que respecta a sustancias minerales y vitaminas, consumo de leche y régimen parcialmente crudívoro, unido a un agua de bebida cuya concentración de flúor sea óptima. Por lo que se refiere a la alimentación en la profilaxis dentaria, se ha estudiado si sería conveniente la disminución del consumo de azúcares excesivamente refinados y se ha comprobado que el uso excesivo de estos azúcares lleva consigo un aumento del número de lactobacilos bucales, con todas sus consecuencias, y así, en una experiencia realizada en 552 individuos, se comprobó cómo al cabo de dos años sometidos a una dieta en la que se había eliminado esta clase de azúcares, así como en general los productos farináceos, había habido una reducción numerosa de lactobacilos.

Evidentemente, cuanto la alimentación más se aproxime a la de la vida primitiva, menor número de caries aparecen, y así, en los descubrimientos antropológicos, se ha visto cómo en el hombre primitivo el número de caries era muy pequeño y, por otra parte, hoy día, y en ciertas razas que hacen vida primitiva, como, por ejemplo, la de los esquimales, son casi inmunes a esta afección dentaria, pero ahora bien, en cuanto estos individuos son trasladados y cambian sus costumbres a las civilizadas se ve cómo el número de caries en los mismos aumenta en un 20 por 100, lo que se cree es debido principalmente al consumo de azúcares. A este propósito, queremos citar los interesantes trabajos efectuados por Orr y Gilks (80), en dos tribus africanas. En una de ellas, en la de los kikuyus, cuya alimentación es a base de vegetales crudos, granos y frutas frescas, comprobaron, después de examinar a 2.500 niños, que el 63 por 100 de ellos eran raquíuticos y que el 13 por 100 presentaban caries. Examinaron simultáneamente la tribu de los masay, quienes se alimentaban carnívoramente, a base de carne, sangre y leche en abundancia y vieron cómo en ella no existía el raquitismo, y tan sólo el 1,6 de los niños presentaban caries.

La aplicación tópica de fluoruros ha traído como consecuencia el que aparezcan en el comercio numerosos dentífricos con flúor en su composición. Hasta el momento parece que no se

han obtenido grandes éxitos con ello, pues así Bibby (32) estudió la acción de un dentífrico líquido fluorado sobre 72 jóvenes menores de dieciséis años, quienes lo usaron durante un período continuado de dos años, sin que este autor, al cabo de los mismos, apreciara reducción alguna dentaria con relación a otro grupo testigo. A iguales consecuencias llegaron en sus experiencias Shaner y Smith (81). Por otra parte, el empleo de soluciones de fluoruro sódico, a concentraciones tales que puedan ejercer una verdadera acción profiláctica sobre las caries, es algo peligroso para dejarlo en manos del profano, ya que estas soluciones pueden llegar a ser tóxicas.

Modernamente han circulado por el comercio norteamericano gomas de mascar (chicles) con flúor; pero en ellas Bibby (82) cree que la concentración de flúor es demasiado pequeña para que pueda ejercer acción profiláctica alguna. A este propósito del chicle hemos de citar que Fosdick (83) indica que un chicle que en su composición contenga vitamina K sintética produce un descenso en el número de caries del 60 al 90 por 100 masticándolo inmediatamente después de las comidas.

Hay que tener en cuenta en todos estos dentífricos, tabletas, pastillas, etc., para disolver en la boca que el producto fluorado que se adiciona a los mismos tenga valor terapéutico, pues, por ejemplo, se ha usado el fluoruro cálcico, producto de muy escasa, por no decir nula, acción biológica, ya que debido a la íntima unión existente en este producto entre los iones flúor y calcio, no es cedido al organismo el primero de ellos. Asimismo hay que tener en cuenta que sean sustancias solubles, puesto que si no lo son, tampoco tendrán acción terapéutica alguna. Por último, hay que tener presente que no pueden adicionarse en concentraciones elevadas, dada su toxicidad, y si lo están en concentraciones débiles, la aplicación tópica entonces es casi nula, puesto que al mezclarse con la saliva se diluyen aún más. Además, pensemos en que en ningún momento se establece un contacto prolongado entre el agente fluorado adicionado al dentífrico y el esmalte dental para que pueda verificarse una verdadera impregnación. Únicamente estarían indicados si verdaderamente disminuyen el número de lactobacilos existentes en la boca o si, por otra parte, ejercen una acción envenenadora de los fermentos (fosfatasa) que toman parte en

la fermentación de los hidratos de carbono, pero estos hechos aquí mencionados aún no han sido totalmente comprobados por la ciencia.

No queremos terminar este resumen de la bibliografía publicada sobre tan interesante tema sin recalcar una vez más la importancia sanitaria que tiene la determinación del flúor en las aguas de bebida, así como en los alimentos, pues recordemos una vez más que un déficit de flúor trae consigo un aumento en el número de caries dentarias, especialmente en los niños, mientras que si el aporte exógeno de este oligoelemento en las aguas de bebida es superior a 1 p. p. m., se provocan trastornos en la calcificación dental, y en el caso de que esta concentración sea aún mayor, se provocan verdaderas intoxicaciones, como las originadas cuando sobrepasan de las 4 ó 5 p. p. m. Por otra parte, no queremos silenciar el que aún no está demostrado si el flúor aportado por los alimentos es fijado en el organismo con la misma facilidad que lo es el flúor contenido en las aguas de bebida, estudio que consideramos es preciso sea llevado a cabo en nuestra patria, donde, desgraciadamente, el número de caries dentarias es bastante elevado.

Una vez terminado este capítulo, nos llegan noticias en nuestra diaria lectura de revistas extranjeras de un estudio efectuado en Moscú que, por su importancia y por ratificar una vez más todo cuanto llevamos expuesto, no queremos omitir. Se trata, como decimos, de un estudio verificado en Rusia observando la cantidad de flúor que diariamente se aporta al organismo por las dietas allí consumidas, cifra que oscila entre los 0,5 a 1,2 mgr. diarios. Se ha estudiado asimismo el contenido de flúor en las aguas de bebida de Rusia, que oscila desde ligeros indicios hasta 5,2 p. p. m.

De este estudio se deduce, en primer lugar, que existe una mayor fluorosis en aquel país que en los Estados Unidos, y en segundo, que existe menos número de caries dentales, lo mismo en la edad escolar que en los adultos, debido, sin duda, a este mayor porcentaje de flúor en las aguas de los abastecimientos públicos. En este mismo trabajo se estudia la acción tópica de los fluoruros como profiláctico, y nos indican cómo no ha podido ser demostrado por ellos la transformación de la hidroxapatita en fluoruro cálcico. Han probado el empleo de pastas

dentífricas que contienen hasta un 33 por 100 de fluoruro sódico, cantidad que a nuestro parecer es sumamente excesiva, sobre todo para su empleo por los escolares, y han encontrado con el uso de ellas una reducción bastante considerable en el número de caries.

Como vemos, este trabajo es de alguna importancia, pues aparte de confirmar los hechos constatados en los Estados Unidos, Argentina, Chile, Inglaterra, etc., hay que tener en cuenta que está efectuado basándose en las experiencias realizadas en unos trece mil niños en edad escolar comprendida entre los siete y los quince años, en los cuales, y en aquellos cuya agua de bebida poseía un contenido en flúor de 0,5 a 1 p. p. m., se encontró de un 15 a un 20 por 100 de caries, mientras que en aquellos otros que tomaban aguas con un contenido fluorado de 1 a 1,5 p. p. m., el tanto por ciento fué tan sólo del 6 al 11 por 100.

FIN DE LA PRIMERA PARTE

LECHE PASTEURIZADA

No hay ninguna razón bacteriológica de peso para comprar otros grados de leche que la leche pasteurizada común. Es cierto que cuando se toma leche no pasteurizada probada a la tuberculina está casi descartado el riesgo de tuberculosis pero muchas otras infecciones son también transmitidas por la leche, y la pasteurización es el método más eficiente para rendir una leche bacteriológicamente inocua.