

LA SAL YODOFLUORADA EN LA PROFILAXIS DEL BOCIO Y LA CARIES

Por el Dr. J. M. RAFOLS ROVIRA (*)

Admitida la realidad del bocio endémico, y comprobado que la deficiencia en yodo es la causa principal de su existencia, se ha estudiado la forma de suplementarlo a la dieta alimenticia, lo que generalmente se hace en forma de sal yodada.

También se ha comprobado que en las regiones donde existe caries dental puede reducirse su incidencia aumentando el contenido en flúor del agua potable, o por fluoración de la sal. No obstante, de un estudio muy completo relativo a la fluoración (4) se deduce que el empleo de la sal fluorada no solo no se ha impuesto todavía, excepto en Suiza (14), sino que incluso se afirma que "la fluoración artificial del agua de bebida es la única medida sanitaria eficaz, practicable y obligatoria para combatir las caries dental"(1), opinión de la cual disentimos reafirmandonos en lo ya manifestado con anterioridad sobre este tema (10).

Prescindiendo de las dificultades técnicas, que han sido superadas, y de las de tipo moral, o legal, que surgieron en Estados Unidos, y que también han sido orilladas, los principales inconvenientes que presenta la fluoración del agua son, por una parte, la dificultad de extender su empleo a las zonas rurales, o incluso a los núcleos urbanos pequeños, y por otra, el derroche de fluor que tiene lugar al fluorar el agua, pues tan sólo una pequeña fracción de la que se gasta se destina directamente al consumo humano, con la consiguiente repercusión en el costo, aunque su valor relativo no sea demasiado significativo. En efecto, el costo de la fluoración, incluídos los gastos de instalación, conservación y amortización, se ha calculado que es de medio céntimo por metro cúbico en Denver (Colorado) con 494.000 habitantes; de 4,55 céntimos por metro cúbico, en Charlotte (N.C.) con 202.000 habitantes, y un promedio de 1,95 céntimos por metro cúbico, ó 4,75 pesetas por habitante y año, entre las 18 ciudades estudiadas (3). Los céntimos a que nos referimos son de peseta, no de dólar.

Otra fuente indica que para la mayor parte de ciudades el costo de la fluoración del agua es de 3 a 8,40 pesetas por habitante y año (11), lo cual, el valor relativo, ciertamente no es elevado.

(*) Doctor en Ciencias Químicas. Jefe de los Servicios Químicos de Unión Salinera de España.

En valor absoluto, el costo del fluoruro sódico añadido al agua de Estocolmo —808.000 habitantes— se ha calculado que ascendería a tres millones y medio de pesetas al año —4,35 pesetas por habitante— estando previsto que en Nueva York costará 5,40 pesetas por habitante y año. Si tenemos en cuenta que el área urbana de Nueva York es de 14.650.000 habitantes (aunque el censo de 1960 da para la ciudad 7.781.980 habitantes) el costo total de la fluoración en Nueva York se estima en unos ochenta millones de pesetas anuales para un consumo diario de 1.900 millones de metros cúbicos de agua.

Por ello se han estudiado otras medidas profilácticas que permitiesen aprovechar el flúor en su totalidad, y sorprende que, a la vista del paralelismo existente con la yodación, y teniendo en cuenta la experiencia habida con esta última, no se haya impuesto directamente la fluoración de la sal.

Por otra parte, al igual que con el yodo, las aportaciones de flúor son más regulares al utilizar la sal como vehículo, ya que el consumo de agua parece ser mucho más variable de lo que generalmente se cree. Se propuso también el empleo de la leche como vehículo portador de flúor, considerando que las oscilaciones individuales en el consumo de leche son mucho menores que en el del agua. Sin embargo, estas variaciones son notables de unos individuos a otros. Por lo cual, y a pesar de que en unas amplias experiencias sobre adición de fluoruros a la leche, y su efecto sobre la caries en los niños, se ha comprobado una reducción de, aproximadamente, un 70 por 100 de caries (12), en un editorial del "U. S. Public Health Service" aparecido posteriormente a la publicación de estos resultados (diciembre 1962 frente a agosto del mismo año) se indica que la fluoración del agua es un medio más viable de suministro regular de flúor comprobable y con carácter general (5).

El empleo de la sal como portador de flúor queda, pues, ampliamente justificado, habiéndose comprobado además que el efecto profiláctico para el bocio de la sal yodada no viene debilitado por la presencia de fluoruros en la misma, cualquiera que sea la cantidad que contenga, dentro de los límites que la profilaxis de la caries aconseja. Por otra parte, el ión fluoruro puede complejar el ión férrico, inactivándolo, e impidiendo, por tanto, que oxide el yoduro a yodo.

Visto, pues, que la forma más adecuada de aportar flúor, al igual que el yodo, es usando la sal como vehículo, conviene poner de relieve un hecho incidental, pero que puede inducir a confusión: en varias regiones sigue denominándose sal completa, reforzada, o integral, a la sal yodada; incluso se señala que "debería recomendarse el empleo de la sal completa con flúor". Creemos, y así lo hicimos observar hace años a la Subcomisión de Expertos que ha de redactar el Código de la Alimentación español, que debería precisarse la nomenclatura

en forma breve e inconfundible de los distintos tipos de sal, llamándoles, según proceda, sal yodada, sal fluorada, sal yodofluorada, sal fosfatada, etc. Además, al regularse los límites de yodo y flúor en la sal debería exigirse que se expresasen en forma elemental, y no en función del compuesto empleado, para facilitar la comparación sobre una misma base, ya que no es lo mismo, por ejemplo, yodar un kilo de sal con 20 mgr. de yoduro potásico (que contiene 15,3 mgr. de yodo) que con 20 mgr. de yodato (que sólo contienen 11,9 mgr. de yodo). Análogamente, si se fluora la sal con una dosis de 100 mgr. de flúor por kilo de sal, deberían emplearse 221 mgr. de fluoruro sódico, 146 mgr. de fluosilicato magnésico o 757 mgr. de monofluofosfato sódico. Podría objetarse que lo que se añade no es el elemento yodo o flúor, sino sus compuestos; pero entonces también deberíamos llamarlos sal yodurada (o yodatada) o fluorurada, y no simplemente yodada o fluorada. Si no lo hacemos así, es porque no existe posibilidad de confusión, ya que, como es sabido, no pueden emplearse los elementos libres. Por último, es preferible reservar el nombre de sal completa a la obtenida por evaporación a sequedad en determinadas condiciones del mar, que contiene todos los elementos presentes en la misma.

La cantidad de yodo o flúor en la sal viene condicionada por dos factores:

1) Dosis media necesaria para la profilaxis de una comunidad, la cual es evidentemente imposible prefijar de antemano de modo general.

2) Consumo diario de sal por habitante y día, teniendo en cuenta tanto el consumo directo, como indirecto. Por consumo indirecto entendemos el de la sal destinada a la fabricación de pan, queso, mantequilla, salazón de cerdo (no de pescado), concentrados y conservas, principalmente.

A título de orientación puede indicarse que en 1960 en Francia el consumo humano de sal —directo e indirecto— ha sido de 341.433 toneladas y en Austria de 36.800 toneladas en el mismo año, lo que teniendo en cuenta su población (44.788.000 y 7.021.000 habitantes respectivamente) da un consumo medio diario de 21 y 14 gramos de sal.

Suiza consumió 43.112 toneladas de sal el año 1950 con una población de 4.715.000 habitantes, lo cual daba unos 25 gramos diarios. Si se deduce la que se dedicó a la alimentación de ganado, puede cifrarse en unos 15 gramos la que se dedicó al consumo humano —consumo directo e indirecto, como precedentemente.

En España, se estima que se dedicaron en 1960 unas 250.000 toneladas de sal a consumo humano, directo e indirecto, lo que equivale a un consumo diario de 23 gramos de sal.

Estas cifras concuerdan con los consumos básicos que se han estimado para la profilaxis del bocio en la provincia de Granada (6) en donde se emplea una sal yodada con 20 miligramos de yoduro potásico por kilogramo de sal, que equivale a una relación 1 : 50.000 intermedia entre la relación 1 : 10.000

referida a yoduro potásico que se emplea en Estados Unidos. Canadá y la mayor parte de países sudamericanos, y 1 : 100.000, también referida a yoduro potásico, que se utiliza en Suiza.

El contenido de fluoruro sódico que se ha venido empleando en Suiza hasta el año 1962 ha sido de 200 miligramos por kilogramo de sal, si bien en trabajos recientes de Wespi (15) se insinúa la conveniencia de doblar o triplicar dicha cantidad. Estas elevadas dosis de FNa quedan por debajo de los efectos tóxicos del flúor, que se indican en la tabla I. Teniendo en cuenta que se considera como óptima una ingestión diaria de 1,5 miligramos de flúor, conocido el consumo medio de sal por habitante y día puede recomendarse la adición de fluoruro más conveniente para cada zona. La dosis recomendada por Wespi se basa en un consumo medio de sal por persona adulta de 6 gramos diarios con unos valores extremos de 6 y 16 gramos por día.

TABLA I

Efectos clínicos de la ingestión de fluoruros

	Frecuencia dosifica- ción	Cantidad	Tiempo	Efecto clínico
Envenenamiento agudo	De una vez	5-10 grs.	2-4 horas	Muerte
Intoxicación crónica elevada	Diaria	20-80 mgr. o más	10-20 años 8 primeros	Fluorosis anquilo- sante
Intoxicación crónica ligera	Diaria	20-80 mgr. o más	años de vida 8 primeros	Fluorosis dental
Profiláctico... ..	Diaria	1-1,5 mgr.	años y posteriores	Disminuye caries dental

Por lo que se refiere a la estabilidad de los compuestos de yodo en la sal, como anteriormente ya nos hemos ocupado "in extenso" de la estabilidad de la sal yodada, considerando detenidamente la influencia de los distintos factores que intervenían en la misma (8) sólo vamos a hacer unas breves consideraciones basadas en nuestra experiencia personal.

Teniendo en cuenta que no existen pérdidas de yodo en la sal yodada con yoduro potásico si la sal: a) es prácticamente seca; b) está envasada en envases impermeabilizados; c) se conserva en la oscuridad; d) y a temperaturas no demasiado altas; e) contiene un agente estabilizante; f) está libre de impurezas, en España es innecesario yodar la sal con yodato potásico, producto más caro que el yoduro, si admitimos que pueden darse, y de hecho prácticamente ya se dan, las siguientes condiciones:

1) El porcentaje de humedad en la sal seca es prácticamente nulo —del orden de 0,1 %— por lo cual en esta sal, que en su totalidad se dedica al consumo humano directo, no existe la posibilidad de migración de yoduro al disolverse en el seno de su humedad.

Si la sal es húmeda, con una humedad promedio del 3 %, la influencia de la misma sobre la estabilidad del yoduro no es significativa, según hemos podido constatar experimentalmente, y la migración del yoduro tampoco es apreciable en humedades de este orden. Sólo en el caso que la sal fuese extraordinariamente húmeda sería recomendable el empleo del yodato —tres veces más caro—, ya que su escasa solubilidad dificultaría la migración a través de la masa de sal, con lo cual su distribución seguiría siendo homogénea.

2) Al imponerse los envases de polieteno opaco para el envasado de la sal, habiendo desplazado por consiguiente a los clásicos de yute, esparto o mezclas (más por razones económicas que por otros motivos) y quedar, por tanto, envasada en recipientes completamente impermeabilizados, se elimina otra causa de pérdida de yodo.

3) Es innecesario estabilizar la sal marina con tiosulfato sódico o almidón, bastando emplear el carbonato damnésico para diluir el yoduro potásico, con lo cual se proporciona una mayor cantidad de producto al regulador de precisión y así, de rechazo, se facilita el control de agente yodante con la sal.

4) En cuanto a las impurezas, entre los iones que más pueden perjudicar está el magnesio, que por su hidrólisis ácida puede favorecer la oxidación del yoduro a yodo por el oxígeno del aire. No obstante, dado su escaso contenido en la sal que en España suele destinarse a la yodación, estamos seguros que su influencia es significativa, sobre todo si se envasa en recipientes impermeabilizados. Otro de los iones más perjudiciales es el cobre, y sobre todo en presencia de hierro por su acción catalítica. Afortunadamente, la sal marina, si no es contaminada por los equipos de las explotaciones, tiene un contenido en cobre inferior a 0,1 ppm (0,00001 %) ó 0,1 mg. por kilo; en cambio, la sal obtenida por evaporación forzada contiene cantidades mucho mayores, no resultando apta para determinadas aplicaciones (9).

De los compuestos de flúor que pueden utilizarse para fluorar la sal, el que se emplea habitualmente es el fluoruro sódico, de un efecto cariostático considerable, como se ha visto al usarlo tanto en la sal, como en forma de tabletas, o en las comidas escolares.

También se ha especulado con la posibilidad de emplear sales complejas —fluosilicato magnésico, cálcico o sódico y monofluorofosfatos alcalinos o alcalinotérreos, estos últimos sobre todo—, porque ayudan a disminuir la tendencia de la sal a apelmazarse.

Santesson, en Suecia, parece tener preferencia por el monofluorofosfato sódico. PO_3FN_2 , con una sal cálcica soluble —a diferencia del fluoruro cálcico— una elevada estabilidad del complejo en solución, ya que no se altera sino es a $\text{pH} = 2,5$ ó inferiores, y una capacidad de absorción por el esmalte humano equivalente a la del fluoruro sódico (13).

El método para la determinación del yodo en la sal que venimos utilizando desde hace diez años nos ha dado resultados concordantes y reproducibles (8), al propio tiempo que es sen-

cillo y asequible para cualquier laboratorio por modesto que sea. Es similar al de la A. O. A. C. Recientemente, Pliska y colaboradores (7) han realizado un estudio crítico sobre la precisión de los distintos procedimientos volumétricos y polarográficos utilizados para estas determinaciones. Es una revisión muy completa en la que se considera además, y de una manera preferente, el trabajo personal, evaluándose estadísticamente todos los resultados.

Asimismo nos estamos ocupando de la determinación del flúor en la sal fluorada, confiando hacer una comunicación sobre el particular.

RESUMEN

Se estudia la conveniencia y posibilidad de emplear la sal común como vehículo de las sales de yodo y fluor utilizadas en la profilaxis del bocio y de la caries, respectivamente.

(Per. Rev. Med. Univ. Navarra VIII 179, 1964.)

BIBLIOGRAFIA

1. Caramés, D.: *Rev. Esp. Estomatología*, X, 4, 341, 1962.
2. Hodge, H. C. y F. A. Smith. *Am. Assoc. Adv. Science*. 1954, 79/109.
3. Ingram, W. T.: *Water & Sew. Works* 108 (5), 183/187 (1961).
4. Leatherman, G. H. y J. A. Ellis: *Health Education J.* 17 (5), 131/148 (9), 196/208, 1959.
5. *Milk Industry News*. 14 (12), 4 (1962).
6. Ortiz de Landázuri, E., R. Ibáñez, F. Morata y F. Rodríguez Moreno: *Rev. de Med. E. G. Navarra*. III, 24/31 (1959).
7. Pliska, V., O. Likar y R. Reisenaner: *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 118, 429/441 (1962).
8. Rafols Rovira, J. M.^a: *Rev. Clín. Esp.* 62 (4), 209/219 (1956).
9. Ráfols Rovira, J. M.^a: *Inform. Quím. Anal.* 11 (4), 99/102, 112 (1957).
10. Ráfols Rovira, J. M.^a: *ION*. 19, 119/122, 125 (1959).
11. Rhyne, C. S. y E. F. Mullin: *National Institute of Municipal Law Officers*. Report núm. 140, 1952. 62 págs. Washington D. C.
12. Rusoff, L. L., B. S. Konikoff, J. B. Frye, J. E. Jonston y W. W. Frey: *Am. J. Clin. Nutrition*. 11 (8), 94/101 (1962).
13. Santesson, G.: *Odontol. Rev.* 8 (3), 191/200 (1957).
14. Wespi, H. J.: *Arch. Oral. Biol. Special Supplement*. 6, 33/39 (1961), y Comunicación personal.
15. Wespi, H. J.: *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 323/331 (1962).

II CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CIRUGIA BUCAL

Del 20 al 24 de junio de 1965 tendrá lugar este evento científico en Copenhague. El programa comprenderá temas sobre patología y tratamiento actual de las enfermedades bucales y traumáticas.

El idioma oficial será el inglés. Los actos de carácter social comprenderán recepciones, una excursión a los castillos de Zeeland, etc.

Informes: Dr. Jorgen Rud, 19 Sankt Peders Stræde, Copenhagen K.