

Fluoruración de la sal: una estrategia “global” para la prevención de la caries dental

Alfonso Escobar Rojas*

Resumen

La sal es un vehículo seguro, económico y estable para yodo y flúor. La sal es utilizada en todo el mundo para la preparación de alimentos en los hospitales, en las guarniciones militares, en las cafeterías escolares y en las cocinas de los hogares. El consumo diario es casi igual, en diferentes culturas, 8 a 10 gramos/día/persona; con esta cantidad una sobre dosis de sal es casi imposible. En muchos países, los administradores de salud pública, han recomendado la incorporación del flúor en el agua, la sal y la leche. La fluoruración de la sal para consumo humano se inició en Suiza en 1955, en Colombia en 1963, como una medida de prevención contra la caries dental. La incorporación de 200-250 mg del ión F por kg/sal, dió como resultado reducciones en la prevalencia de caries dental, en niños de 12 años, en rangos que van del 80-90% en Suiza (COPD); 73% en Jamaica; 40% en Costa Rica; 59.7% en Colombia. La fluoruración de la sal es la medida de salud pública más efectiva y económica para la prevención masiva de la caries dental. El riesgo de ingerir “la dosis tóxica probable” (DTP), mediante la ingestión de sal fluorurada, es virtualmente imposible.

Palabras clave: Prevención, caries dental, fluoruración sal, fluorosis, toxicidad.

Salt fluoridation: a “global strategy” for the prevention of dental caries

Abstract

Salt is a reliable, safe, inexpensive and stable vehicle for iodine and fluoride. Salt is used worldwide to prepare foods, in hospitals, in the military, in school canteens and in kitchens. Daily consumption is almost the same in different cultures consisting of 8 to 10 grams/day/person. An overdose of salt is almost impossible. In many countries, systemic fluorides have been recommended by public health administrators, mainly in water, salt and milk. Fluoridation of domestic salt for human consumption began in Switzerland in 1955, and in Colombia in 1963, as a measure to prevent dental caries. The incorporation of F ion at 200-250 mg/kg salt, has resulted in caries prevalence reductions in 12 year olds ranging from 80 to 90% in Switzerland (DMFT), 73% in Jamaica, in Costa Rica (40%), Uruguay (40%); and Colombia 59.7%. Salt fluoridation is the most effective and economical public health measure for mass prevention of dental caries in children. The risk of reaching the “probabilistic toxic dose” (PTD), by ingesting fluoride salt is virtually non-existent.

Key words: Prevention, dental caries, salt fluoridation, fluorosis, toxicity.

Introducción

Es cierto que la prevalencia (experiencia) y la incidencia (incremento) de la caries dental ha disminuido de manera dramática en el mundo. Sin embargo, todavía existen grupos afectados por ella en la población, tanto en los países industrializados como en vía de serlo. La caries dental continúa siendo el mayor problema de salud pública en el mundo; afecta entre el 60% y el 90%

de los niños y los jóvenes, siendo más severa en las personas de bajos recursos económicos y sin educación. Por otro lado en algunos países del África, la caries dental es menos severa que en los países ricos, pero a medida que cambie su estilo de vida, por ejemplo imitando hábitos poco saludables, como el consumo de azúcares refinados, la

* Odontólogo Pediatra Universidad Illinois.
Doctor Honoris Causa del CES
Profesor Posgrado Odontopediatría CES

incidencia y la prevalencia de la caries dental incrementará.¹

La investigación y la experiencia clínica han demostrado que la caries dental puede ser controlada y reducida a niveles muy bajos.^{2,3} En aquellos países donde los servicios de salud no están al alcance de todos los ciudadanos y estos no tienen la costumbre de usar el cepillo de dientes de manera constante, la caries dental será un problema severo. Bajo tales circunstancias, se recomienda la denominada estrategia « global » para su prevención y control. Esta incluye fluoruración del agua, de la sal, o de la leche, además de instrucciones de higiene bucal, cepillado de los dientes con pastas dentales con flúor, sellantes de fosas y fisuras, y uso racional de carbohidratos, especialmente de la sacarosa.

En 1936 Dean había reportado la presencia de fluorosis endémica en algunas poblaciones donde el agua contenía cantidades excesivas de flúor, igualmente encontró que los niños de esos lugares no tenían caries dental.⁴⁻⁷

Estos hallazgos promovieron la fluoruración de las aguas como medida de salud pública para la prevención de la caries dental. En aquellos países donde un alto porcentaje de la población no tiene acceso a sistemas centrales de agua potable, la fluoruración de la sal es una alternativa viable y económica. Los primeros estudios al respecto se realizaron en Suiza, Colombia y Hungría a partir de 1955. Sus resultados indican que este método, al igual que la fluoruración del agua, puede reducir la caries dental hasta en un 50%.⁸⁻¹²

El exceso del flúor natural en las aguas de consumo, o del incorporado en el agua, en la sal o en la leche, la carencia de una eficiente vigilancia epidemiológica y de controles de calidad en las mezclas utilizadas, resulta en fluorosis de severidad diversa, dependiendo de las cantidades ingeridas y de la edad de los niños. Esto ha sido siempre, un riesgo previsto. Sin embargo, no faltan los opositores a esta modalidad preventiva, que puede cubrir vastos sectores de la población sin que se requiera de su participación voluntaria. Los argumentos en contra son de toda índole: “peligroso para la salud general del paciente por su acumulo en los huesos”; “es medicar a la población sin su consentimiento”; “se

altera la calidad de los vinos” (en Europa) “es un veneno de alta toxicidad que ha resultado en la muerte de varios niños en diferentes lugares del mundo”, etc. Dado el caso que se suspendiese cualquier modalidad sistémica de aplicación del flúor, ¿qué alternativas, económicas, seguras, efectivas, se le pueden ofrecer a la comunidad?; para los administradores de salud y para la misma población, ¿qué es preferible, los elevados índices COP (D) y COP(S) de hace algunos años, o fluorosis dentales casi siempre leves o muy leves?

El propósito de este artículo es establecer si a la luz de la información científica disponible actualmente, se puede afirmar, sin dudar, que las fluorosis reportadas, inclusive las severas 0.8% se deben exclusivamente al consumo de la sal fluorurada.¹³

Metabolismo y toxicidad del flúor en la sal

Al ingerir sal fluorurada, el fluoruro es absorbido en el estómago y en el intestino, a partir de ahí su metabolismo, con ligeras variaciones, es idéntico al del flúor que se ingiere con el agua o con otros vehículos que lo contengan de forma ionizada. Del tracto digestivo pasa al plasma de manera rápida, de ahí es distribuido en todo el cuerpo. Se considera que el plasma es el compartimiento central, porque es por este fluido por donde debe pasar y salir el fluor para su distribución y eliminación. Migra fácilmente a través de las membranas celulares de casi todos los tejidos blandos que tengan rangos de concentración tejido-plasma entre 0.5 y 0.9. Se exceptúan el cerebro, el tejido graso y los riñones, estos últimos tienen tasas más altas por el acumulo de fluoruros en los fluidos tubulares.¹⁴⁻¹⁶ El fluoruro es secretado del plasma a la saliva donde su concentración es del 75% en relación con el plasma. Por ello la saliva, (durante el día, no durante el sueño) es una fuente constante de flúor, en bajas concentraciones, tanto para la placa dento-bacteriana como para el esmalte.¹⁷

El metabolismo del fluoruro ingerido con la sal tiene diferencias cuantitativas con el del agua por las siguientes razones: (a) a diferencia del flúor en el agua, el de la sal se ingiere con alimentos, lo que puede influir en la cantidad (menor) y velocidad de la absorción en el tracto digestivo, (b) las personas consumen sal con menor frecuencia que agua, por

ello es posible que con la sal se ingiera en un momento dado mayor cantidad de fluoruro; es posible que también la frecuencia y el tamaño de la dosis alteren su metabolismo, (c) las partículas de sal tienden a segregarse (separación parcial de diversas partes homogéneas de una mezcla) en el salero o en las bolsas de empaque, de acuerdo con el tamaño de las partículas, las más pequeñas, con mayor concentración del ión, tienden a precipitarse, lo cual plantea la posibilidad de efectos adversos. El fenómeno de segregación es notorio en empaques de más 1.5 kilogramos.

Después de la ingestión de fluoruros solubles como el de sodio (NaF) y el de potasio (KF), el pico de concentración plasmática se observa de 30 a 60 minutos después de su ingestión; se retrasa si se consume con una comida. El pico alcanzado declina rápidamente porque también la incorporación en los tejidos mineralizados es rápida y por que es excretado por la orina. El 99% del fluoruro encontrado en el cuerpo humano se localiza en los huesos, el esmalte, la dentina y el cemento, en mayor cantidad en los huesos pero no de manera irreversible. Aproximadamente el 50% de los fluoruros ingeridos cada día son excretados por la orina (25-50 ml/min). Es más rápida que la de cualquier otro halógeno. La excreción urinaria del flúor, que depende de su pH, es alterada por la composición de la dieta, por estados de acidosis o de alcalosis, por ciertas enfermedades (asma), por desórdenes metabólicos o residencia en lugares tan altos como Bogotá (2600metros) o La Paz (3632 metros).

Si una persona ingiere, en ayunas, unos cuantos miligramos de fluoruro de sodio (NaF) o de monofluorofosfato disódico (MFP, $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$), la absorción es del 100% ; si la misma persona ingiere los mismos miligramos en un desayuno rico en calcio (leche, queso y yogurt), la absorción se puede reducir hasta en un 46%, posiblemente porque se forma fluoruro de calcio insoluble y por el atrapamiento de fluoruro en la leche coagulada y en los productos de la leche, en el tracto digestivo.¹⁸ Al contrario, cuando solamente se ingiere leche, la absorción del fluoruro no se disminuye, parece ser que el proceso digestivo libera el F^- ligado, y el de los productos de la coagulación. Se puede concluir que cuando el flúor se ingiere con una comida se hace más lenta su absorción pero no se disminuye el total finalmente absorbido, a no ser que los alimentos sean ricos en calcio.

Es válido preguntarse, ¿si el efecto cariostático de una cantidad dada de fluoruros ingeridos (del agua o de la sal), es alterado porque la absorción al sistema circulatorio se encuentre reducida de manera crónica? La respuesta es que « no » o « muy poco », por varias razones. No se descarta que el fluoruro incorporado durante la formación del esmalte o durante su aparición en boca, es importante en el proceso de la caries dental; sin embargo, la evidencia actual indica que su efecto cariostático depende de la presencia constante de pequeñas dosis en los fluidos bucales y en la porción líquida de la placa dento-bacteriana. Como la saliva es el vehículo principal para que el flúor llegue a la placa dento-bacteriana, su concentración en esta depende de la cantidad en aquella. El fluoruro secretado por las glándulas salivares, (proveniente del sistema circulatorio), en la cavidad bucal, tiene una concentración del 75% en comparación con la del plasma, y casi nunca excede el 0.05 ppm.

Finalmente, según estudios en animales de experimentación, (ratas Sprague-Dawley) se puede concluir que la dosis y la frecuencia de exposición a los fluoruros tiene mínimo efecto sobre el balance y la concentración de los fluoruros en los tejidos.¹⁹

La Dosis Tóxica Provable (DTP) del flúor es de 5mg F/K de peso corporal. La persona que ingiera esta cantidad, de una vez, experimenta signos y síntomas de intoxicación severa; requiere atención médica y hospitalización inmediata, de lo contrario la muerte es inminente. Ocasionalmente aparecen en la literatura casos lamentables de niños que han muerto por ingerir accidentalmente dosis tóxicas letales en forma de tabletas, o el caso del niño bogotano que fue obligado por su maestra a ingerir un vaso con solución para enjuagatorios. Es casi imposible que un niño de un año ingiera la DTP de flúor si este se encuentra en la sal de cocina: el niño de un año tiene un peso de 10 kilogramos, su DTP es de 50mg de F, los cuales serían contenidos en 50 g de sal con 1000ppm. El equivalente a lo anterior son 10 cucharaditas de las que se usan para el azúcar del café o del té.²⁰ Es de recordar que la concentración del flúor en la sal de cocina, mundialmente es, hoy de 200-250ppm/ kilo.

Se utiliza en el ejemplo 1000ppm como caso extremo para ilustrar lo que sucedería si los granos más finos de sal, los que contienen mayor cantidad de la sal de flúor, se segregaran en el fondo del

salero o de la bolsa del mercado. Si sal de cocina con 250ppm F se cierne en un cedazo cuyas aberturas tengan un tamaño de 600 a 180 μ m, la sal que pasa por el cedazo con agujeros de 180 μ m quedaría con una concentración de 600 a 700ppm, la que no pasa por el cedazo con aberturas de 600 μ m tendría una concentración de 100ppm.

Mecanismo de acción del ion flúor

El fluoruro es incorporado en el esmalte en tres etapas: (a) durante la secreción de la matriz del esmalte, hasta 100 ppm; (b) sobre la superficie del esmalte durante su fase de maduración, hasta 1000ppm; (c) después de su aparición en boca. El total incorporado depende de la ingesta individual. Si la persona es gestada, nace y vive durante los primeros años de su vida en una zona con cantidades óptimas de flúor (0.7 – 1.2 ppm) en el agua de consumo diario, la cantidad de flúor en las capas más superficiales del esmalte oscila entre 3000 y 5000ppm. Una vez que los dientes aparecen en la cavidad bucal se requiere de la presencia de fluoruros en los fluidos bucales que rodean los dientes, (inclusive en niveles fisiológicos bajos), para conservar la estabilidad de los minerales del diente.

Por modesto que sea el aumento en la actividad iónica del fluoruro presente en la fase líquida, se disminuye la pérdida de minerales durante las caídas del pH en el interior de la placa dento-bacteriana. En la sección anterior se explicó la cantidad de fluoruro ingerido sistémicamente, que a través de la saliva llega a la fase líquida que rodea al diente. El fluoruro que eventualmente se acumula en la placa dento-bacteriana, con niveles que fluctúan entre 5 y 10ppm, sería de 100 a 200 veces mayor que el que se encuentra presente en saliva.

Se han formulado varias teorías para explicar el papel del flúor en la caries dental:

1. Aumento en la resistencia del esmalte, (cómo resultado de su incorporación en los cristales de hidroxiapatita durante la formación del esmalte, lo cual disminuye su solubilidad).
2. Interferencia con la disolución del esmalte, lo anterior se logra mediante la presencia de fluoruros en la fase líquida que rodea al diente, en la saliva y en la porción líquida de la placa dento-bacteriana.

3. Interferencia con el metabolismo de la placa dento-bacteriana. La presencia de pequeñas cantidades de fluoruro en la fase líquida que rodea al diente interfiere con los mecanismos de adherencia y de división bacteriana, al igual que en el metabolismo de los carbohidratos.

Hoy, se acepta que para disminuir la pérdida de minerales de la superficie del diente el ideal es mantener cantidades muy pequeñas del ión en la fase líquida que lo rodea.^{21,22}

Breve recuento histórico de la fluoruración de la sal

Hasta principios del siglo XX la población suiza sufría de desórdenes relacionados con falta de yodo. En 1800 Napoleón ordenó un censo en el Cantón de Valais donde encontraron 4000 cretinos en una población de 70.000 personas. Uno de los primeros científicos en recomendar la incorporación de yodo en la sal de cocina fue el científico francés JB Boussingault (1831), durante su visita a poblaciones en las Cordilleras de los Andes, lugares donde abundaba el bocio endémico.

La sal es ideal como vehículo para muchos micro-elementos, incluidos halógenos como el yodo y el flúor; su consumo es casi universal y en cantidad casi idéntica, además es económica. Un conflicto percibido es el de la hipertensión,²³ lo cual no contraindica la fluoruración de la sal.

La fluoruración de la sal en Suiza está íntimamente ligada al nombre del ginecólogo H.J. Wespi quien en 1940 le recetaba a sus pacientes embarazadas sal yodada que el mismo preparaba, para evitar el "coto" endémico y deficiencias por yodo en sus hijos.

Actualmente en el mundo un billón de personas consume sal yodada.^{24,25}

Conocedor de los trabajos de H.T. Dean acerca del flúor y de la caries dental, Wespi anheló prevenirla mediante la incorporación del ión a la sal de cocina. Logró que "United Swiss Rhine Salt Works" (en Inglés en el original), incorporase 200mg de fluoruro de sodio (NaF), equivalente a 90mg (90ppm), a cada kilo de sal producido por dicha compañía, asumiendo un consumo diario, per capita, de 10-12 g.

Los pioneros en la fluoruración de la sal a nivel mundial fueron los suizos (1955), Colombia (1965-1972) y Hungría (1966-1976).

En Suiza, Wespi en 1950, sugirió la incorporación de 90mgF/K de sal. En 1955 la « United Swiss Rhine Salt Works » incorporó a la sal producida 10mg de potasio yodado (KI) y 90 mg de fluoruro (F) para ser distribuida en el Cantón de Suiza; en 1961 en la reunión de ORCA, Wespi sugirió 200 ppm; Mühlemann en 1965 sugirió 300mgF/K sal; posteriormente Marthaler sugirió 250mgF/K de sal. Hoy, los 26 Cantones de la Confederación Suiza consumen sal con 250mgF/Kilo de sal.

Los primeros estudios mostraron que cuatro años después de la incorporación de NaF a la sal, entre el 80% y el 90% de la cantidad incorporada se encontraba presente a pesar de que la humedad había aumentado 0.03%, lo anterior demostró que el fluoruro en la sal no se deterioró y que la sal conserva sus propiedades físicas durante el período de almacenamiento.

En 1965, la Universidad de Antioquia (Medellín Colombia), con el apoyo del Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos, inició en cuatro comunidades del Departamento de Antioquia una investigación de excelente diseño analítico, que en el tiempo constituiría prueba fehaciente de los beneficios de la fluoruración de la sal. Una de las poblaciones sirvió como control, en otra se utilizó sal con 200mg de NaF/Kilo sal, en otra se añadieron 200mg de CaF/Kilo de sal. Otro consumió agua fluorurada con NaF. Los beneficios obtenidos fueron similares a los de la fluoruración del agua con disminuciones de la caries dental entre 50%-60%. Los mayores porcentajes de reducción del COP(D) se observaron en aquellos niños que participaron en el proyecto desde su nacimiento.^{26,27}

En 1966 y 1976, Karoly Toth dirigió un programa de fluoruración de la sal en tres poblaciones de Hungría, con otras tres como controles. Le incorporó a la sal de cocina 200, 250 y 350 mgF/K de sal. En los niños de 2 a 6 años de edad, que consumieron sal fluorurada la disminución de la caries dental fue del 33%, y en los niños de 12 a 14 años de edad la disminución fue del 66%.²⁸

Casi por la misma época (1966 y 1968) se realizaron dos intentos de fluoruración de la sal en Pamplona y

en el pueblo de Potasas (España). El estudio se realizó en grupos de niños entre los 6 y los 13 años de edad; un grupo consumió sal con 250mgF/K sal, el otro 225mgF/K sal. Después de tres años la disminución de la caries dental fue aproximadamente del 50% en el número promedio del DMF (D).^{29,30}

La Organización Mundial de la Salud incluyó la fluoruración de la sal como una de sus diez prioridades, además recomienda el desarrollo de pastas dentales fluoruradas económicas, al alcance de todas las comunidades.¹ (Peteresen&Lennon, 2004)

Consumo actual de sal fluorurada en algunos países del mundo

Aproximadamente 160 millones de personas en Europa consumen sal fluorurada. Se espera que para el año 2010, 400 millones de personas se estén beneficiando de agua o de sal fluorurada en las Américas, (dos modalidades sistémicas no se deben utilizar en la misma población).

La sal con flúor se debe entender de acuerdo con las siguientes definiciones:

1. *Sal doméstica*. La que se obtiene en los mercados en presentaciones de 250 a 1500g, se utiliza principalmente en los hogares, en algunos restaurantes y en los hospitales
2. *Sal de mesa*. Hace referencia a la sal que se pone sobre la mesa, puede contener algunos elementos adicionales, es parte de la sal doméstica, pero no se debe confundir con esta.
3. *Sal de las Panaderías*. En algunos países la empaquetan en sacos de varios Kilos para ser usada en esta industria.
4. *Sal industrial*, incluye la utilizada en la ganadería.

La sal con flúor le puede llegar al consumidor por diferentes medios: en la sal doméstica, en las comidas que les preparan a los niños en las escuelas, en las grandes cocinas de hospitales y restaurantes o en la industria del pan. En Colombia y Jamaica está al alcance del 90% de la población; en Costa Rica no la usan en la industria del pan, como sal doméstica está al alcance del 90% de la población, en cambio en Francia y en Alemania la sal doméstica solo le llega al 35%-60% de la población, la usan muy poco en las escuelas y no la utilizan en la industria del pan, ni en las cocinas de

hospitales; en Suiza, en el Cantón de Vaud le llega a más del 90 de la población, en contraste con el 84% de los otros 25 Cantones, en Vaud la usan en la industria del pan, no así en el resto del país.

A continuación se ilustra la situación en países europeos y latinoamericanos con diferentes condiciones socio-económicas y culturales. Por razones de espacio no se mencionan en detalles todas las experiencias, ni se repiten las de Suiza, Colombia y Hungría, mencionadas anteriormente.

Francia

En 1985 se autorizó la producción de sal fluorurada, esta contiene 250mg de fluoruro de potasio (FK)/Kilo sal. Desde 1986 el público puede escoger sal con o sin flúor. Las autoridades de salud no permiten su venta en regiones donde el contenido del flúor en el agua de consumo diario sea de 0.5ppm o más. En Francia solamente el 3.7% de la población tiene acceso al agua potable con esos niveles; el 83% vive en regiones donde el agua de tomar contiene menos de 0.03 mg/L. Igualmente las autoridades de salud consideran como dosis óptima un consumo diario de 0.05mg/kilo de peso. Antes de los dos años de edad los niños franceses prácticamente no consumen sal ; los adultos consumen entre 2 y 4 gramos al día de los cuales solo el 70% es absorbido. En el comercio se encuentra sal en bolsas de 250g, 500g y 1500g. Aunque los estudios epidemiológicos en Francia son pocos, muestran una disminución en el COP(D) y COP(S) entre 1986-1993. El COP(D) en 1987 fue 4.2 y en 1993, 2.07 en los niños de 12 años. El 46% de los niños de 12 años de edad está libre de caries dental. La mayor disminución de caries dental se observó entre 1993 y 1998; no continuó esa tendencia a partir de 1993. Una posible explicación es el vaivén constante en el mercadeo de la sal fluorurada, los franceses tienen diferentes opciones de compra de sal, con o sin flúor. El consumo de sal fluorurada bajó en el 2003 al 27%.³¹⁻³³

Alemania

Desde 1991 el gobierno alemán autorizó la venta de sal fluorurada en presentaciones para consumo en el hogar de 500mg. Aún no está autorizada su venta para uso en cafeterías, panaderías, industria alimenticia y otras cocinas de gran tamaño. Las autoridades en salud consideran que es necesario

que se apruebe su uso en las cafeterías de escuelas y colegios, porque cada día es mayor el número de niños que no van al medio día a sus casas.

Adicionan fluoruro de sodio (NaF) o fluoruro de potasio (FK) (250mgF/Kilo sal). La cantidad de yodo autorizada varía entre 10 y 25mg/K. Durante los últimos trece años el mercado de sal doméstica ha aumentado hasta un 63.1%. En 1989, la prevalencia de caries dental en Alemania era muy alta, COP(D) (4.11). Ha ido disminuyendo: en 1994 (2.44); en 2000 (1.24); en 2004 (0.98); en niños de doce años de edad. El consumo ha ido en aumento, especialmente a partir del 2000; su consumo cuenta con la aprobación de las principales asociaciones científicas, como la Sociedad Alemana de Odontología Pediátrica. La excreción en orina es estable, alrededor de 30-35µg/hora, en adultos. En niños se calcula en 298µg/24 horas.^{34,35}

Países de Europa Central y Europa del Este

La situación en estos países es compleja por diversas razones. En 1989, por razones políticas, Alemania Democrática, Checoslovaquia y Polonia suspendieron la fluoruración del agua. La prevalencia de la caries dental en la mayoría de estos países es entre 1 y 3 veces más alto que en el resto de Europa; va en aumento en Albania, Bulgaria, Rumania y Ucrania.³⁶ En el futuro inmediato ni las pastas dentales con flúor, ni los cepillos dentales, por costosos, (seis veces más que en el resto de Europa), estarán al alcance de los ciudadanos de bajos recursos socio económicos.

El costo de producción de las pastas dentales es de 1.5 euros/persona/año, en comparación, el de la sal fluorurada, en la planta de producción más costosa sería de 0.14 centavos/persona/año y puede bajarse a 0.05 centavos de Euro/persona/año. En países con bajos recursos económicos, aún así la situación en este campo no mejore de forma acelerada, la fluoruración de la sal es la forma más económica y segura para prevenir la caries dental. Por cada Euro que se invierta en prevención se podrían salvar 40 dientes con pastas dentales y 240 con sal fluorurada (0.14 centavos de Euro año/persona), si el costo de producción bajase a 0.03, se salvarían 1000 dientes. En la actualidad el mercado de sal doméstica solo es del 30%. Hoy la situación es la siguiente:

consumen sal con fluoruros en Checoslovaquia, Hungría, Eslovenia. Rumania no tiene en su agenda de salud Pública la fluoruración de la sal ; Croacia, (país productor de sal de mar), no fluorura la sal doméstica.³⁷

Grecia

Existen programas de fluoruración de la sal, pero el consumo de sal doméstica es muy bajo.

Las Américas

A pesar de las metas globales establecidas en la reunión de Ministros de Salud: (COP(D) 3 en los niños de 12 años de edad, en la década 1980-1990 (circa), la gran mayoría de los países estaban por encima de esa cifra, tal vez con la excepción de los Estados Unidos (COP(D) 1.8. En los otros países de la región era tan alto como 8.5 en Uruguay; 8.4 en Costa Rica; 8.1 en Guatemala; 7.7 en Honduras; 7.6 en Bolivia; 6.95 en Nicaragua; 6.6 en Brasil; en Salvador 5.1; 4.2 en Panamá; en Colombia y en el Perú 4.8; en México 4.42; en el estado de México 4.60; 3.67 en Venezuela; 3.4 en Argentina; Canadá 3.2³⁸ (el lector interesado puede encontrar información completa en Estupiñán, 2005).

La situación, en los mismos países, en la década de 1990-2000 era la siguiente en términos (COP(D) : Estados Unidos 1.4; El salvador 1.4; México y Estado de México 2.0; Venezuela 2.1; Perú 3.9, niños de 11 años de edad; Uruguay 4.2; Costa Rica 4.9; Guatemala 5.2; Honduras 4.0; Bolivia 4.61; Brasil 3.1; Nicaragua 2.78 ;Colombia 2.30; Canadá 1.4.

Debido a las múltiples fuentes de abastecimiento de agua en muchas regiones de esos países, su fluoruración no es viable, ni práctico desde el punto de vista económico. El resultado positivo del proyecto de fluoruración de la sal en Colombia^{8,27,39} promovió proyectos similares en otros países de la región. Costa Rica, fue el primer país en hacerlo a partir de 1987, empezaron con 250mg/K sal, hoy utilizan 200mg/K {± 25mg NaF}, Jamaica fue el primer país en hacerlo a nivel nacional, toda la sal que se vende en el país, incluyendo la del ganado contiene flúor.

Existen programas de fluoruración de la sal con varios años de funcionamiento, no todos a nivel nacional en

los siguientes países: México, Belice, Costa Rica, Jamaica, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Uruguay. De inicio más reciente: Cuba, República Dominicana, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Guatemala.^{38,40}

La mayoría de los programas utilizan NaF 200-250mg/ K sal. La disminución en la prevalencia de caries dental en los niños de 12 años es del 84% en Jamaica; 73% en Costa Rica; 40% en Uruguay; en el estado de México 46%, con un costo promedio de US 0.06/capita/año.⁴¹

Costo de la fluoruración de la sal

El costo de la fluoruración de la sal está relacionado con muchos factores. Entre ellos se pueden citar, las cantidades de sal requeridas por la población, el número capacidad y distribución de las fábricas de sal (mientras más centralizada sea su producción, menor el costo para el consumidor), por ejemplo, una planta con capacidad de producir 20.000 toneladas al año, que abastecería millones de personas, tiene hoy un costo de US 400.000. Otra para poblaciones de 500.000 habitantes puede tener un costo de US 3.000. Otras consideraciones importantes en relación con costos, (especialmente los iniciales), son el nivel técnico y capacitación del personal, mantenimiento de equipos, programas de control de calidad. Si los programas de fluoruración de la sal son administrados adecuadamente, los beneficios son similares a los logrados con la fluoruración del agua. Pero los costos de implementación pueden ser hasta 100 veces menores para la fluoruración de la sal que para la del agua. Suiza, por ejemplo, no tuvo que incrementar el costo de la sal doméstica cuando inició su fluoruración en 1955, todavía hoy no lo hace.

Una buena manera de ilustrar los costos de fluoruración de la sal es la siguiente: si se asume que una persona consume por año 6 kilos de sal (a la cual se le han incorporado 200-250 mg de la sal de flúor), ello es equivalente a 16 gramos/diarios de sal fluorurada, de los cuales 8 se ingieren y 8 se pierden en la cocción de los alimentos (papas, arroz, plátanos, carne etc). Si esta persona vive en una ciudad de un millón de habitantes, se requieren 6000 toneladas de sal, teniendo en cuenta el costo de la sal de NaF (US 2.5-5.00 por Kilo) = US 15.000 a 30.000, a esta cifra se le suman US 8000 de costos de personal para un

total de US 23.000 a US38.000, costo año, por tonelada o US 0.023 a 0.038 por persona por año.

Es decir entre tres y cuatro centavos de dólar por persona, por año, comparado con US 0.46 por persona por año, cuando se le agrega flúor al agua.^{41,42}

Monitoreo de la fluoruración de la sal

El flúor ingerido en la sal doméstica es retenido en el sistema óseo en un 60%-70%; 10% es excretado en las materias fecales; 60%-20% es excretado en la orina. El flúor no se acumula en los huesos durante la vida del ser humano por su constante remodelación, hay un ligero aumento en su contenido a partir de los 50 años de vida por que se excreta menos.

1. Monitoreo de la fluoruración de la sal mediante la excreción urinaria.

Recolectar orina durante 24 horas es el ideal para determinar la excreción diaria del fluoruro. Sin embargo no es práctico, casi imposible de obtener en la población general. Estimativos confiables se pueden lograr tomando tres muestras, repartidas durante el día.^{43,44} Una debilidad, común en todos los estudios de ingesta y de excreción de flúor es utilizar individuos tomados al azar. Franco *et al*, 2005, finalmente utilizó un muestro de conveniencia (no probabilística), dado el alto grado de cooperación requerido por parte de los padres. Encontró que el 25% del fluoruro ingerido provenía de los alimentos, lo que en este estudio equivale a una ingesta diaria de 0.04mg/kg de peso corporal.⁴⁵

La toma de muestras nocturnas en niños que viven en sus hogares de manera estable, no es tan complicada.⁴⁴ El monitoreo hecho en la mañana, el medio día y en la noche cubre un período de 13 a 16 horas, fácilmente extrapolable a la excreción de 24 horas. Es aconsejable tomar una de las muestras unas horas después de haber ingerido alimentos preparados con sal.

En el sentido estricto de la palabra no es fácil definir cual es la cantidad óptima de fluoruro que se debe ingerir a diario. En general en el mundo entero no se ingieren cantidades que se puedan

considerar óptimas, esto quiere decir que existe la posibilidad de utilizarlo de forma más intensa, hasta alcanzar los "niveles óptimos".

En general los niños pequeños excretan un porcentaje del flúor ingerido, más bajo que los adultos, como resultado de la mayor tasa de fijación del ión en sus huesos y en otros tejidos mineralizados. En general los niños excretan en orina entre el 20%-30% del flúor ingerido y los adultos entre el 50%-60%.

Los niños entre dos y seis años de edad, que vivan en comunidades sin flúor en el agua o con cantidades muy bajas y sin acceso a otros productos que contengan el ión, excretan 6-10µgF/h, equivalente a 0.2 mgF/24h (datos sin publicar, Marthaler TM, 1993).

La excreción del ión flúor en la orina de niños que han vivido, por lo menos durante un año, expuestos a cantidades óptimas de flúor en el agua o en la sal, ha sido estudiado en muchos países, por ejemplo:

- Niños de cuatro años, en comunidades con 0.8-1.0 ppmF en el agua (Newcastle, Inglaterra) excretan 17.5µgF/h, que equivale a 0.42 mgF/24 horas.⁴³
- Niños de cuatro años, que viven en un país cálido (Dambulla, Sri Lanka), cuyo contenido de flúor en el agua de consumo diario es óptima, 0.9-1.1 ppmF excretan en la orina 22.9µgF/h que equivalen a 0.55mgF/24h.⁴³
- Niños entre los 3 y 5 años de edad (Uruguay), consumiendo alimentos preparados con sal fluorurada (250ppmF/K), excretan en promedio 18.6 µgF/h, que equivalen a 0.45 mgF/24h.⁴⁶

Del fluor ingerido, la fracción del excretado se continúa investigando (Villa 2004). En los proyectos de fluoruración de la sal, la excreción del ión flúor puede ser baja, moderada o por encima del límite (posiblemente conducente a fluorosis dental). A la fecha no existen informes que comprueben la presencia de fluorosis de niveles indeseables en los países que consumen sal doméstica, fluorurada con 200mg ± 25, de NaF.⁴⁷

2. Monitoreo de la exposición al flúor mediante el estudio de cortes de uñas

Más del 99% de los fluoruros encontrados en el cuerpo humano se localizan en los tejidos mineralizados, fundamentalmente en los huesos, este sería el tejido ideal para determinar el grado de exposición, en el tiempo, a los fluoruros. Desafortunadamente no es práctico. Por ello se buscan otras opciones, como plasma, orina, y recientemente las uñas.

El fluoruro ingresa a las uñas por el extremo mesial, sitio donde se localiza el crecimiento, y alcanza la porción distal, el borde de la uña, tres meses después. La concentración del flúor en los cortes de uñas reflejan la ingesta promedio y la concentración del fluoruro en el plasma durante el período de formación de la uña que se corta. Su contenido está directamente relacionado con la cantidad promedio de contacto con flúor durante un período de 1 a 2 semanas, (tres meses atrás), no el día anterior. La concentración del flúor en las uñas refleja la cantidad de flúor ingerido con el agua, las pastas dentales, ambiente de trabajo, otras fuentes incluyendo la sal. Es un método complejo, costoso, no se pueden utilizar uñas con barniz porque alguno de ellos contienen fluoruros para hacerlas más resistentes. Por otro lado, es una técnica no invasora, las muestras son fáciles de obtener. A diferencia con el flúor en la orina, su concentración en las uñas no se ve afectado por la ingesta de fluoruros durante las últimas horas. Es una alternativa interesante.^{16,48}

Acerca de la fluorosis dental

La caries dental es una enfermedad localizada, que para algunos investigadores tiene las características de una infección endógena. La fluorosis dental es una alteración en la función del ameloblasto, (el exceso del ion fluor en el medio ambiente local, interfiere con la remoción de las proteínas de la matriz orgánica y con su posterior mineralización). Hasta donde se sabe, la fluorosis dental, no es una alteración que pueda ocurrir una vez el diente ha completado su mineralización y ya se encuentra en boca. Para los incisivos permanentes el período crítico es desde el nacimiento y hasta los 18 meses de edad. La caries dental no es una deficiencia en

flúor, pero este, al hacer más lenta la pérdida de minerales de la superficie del esmalte y acelerar la reincorporación de los iones minerales perdidos, por ejemplo el Ca y el P, ayuda a controlar y a prevenir el proceso de la caries dental.

La fluorosis dental es un riesgo calculado en cualquier programa preventivo en el que se administre flúor en la leche, en el agua, en la sal o en tabletas, especialmente durante los primeros ocho años de vida. Si a la cantidad de flúor sistémico ingerida, se le agregan las que los niños consumen en alimentos, en sardinas y pescados enlatados, en cremas dentales, en gotas con vitaminas, en bebidas gaseosas (muchas veces preparadas con agua que contiene alguna cantidad de flúor), en los enjuagues y en las topicaciones, el riesgo es aún mayor. Si el programa de fluoruración del agua o de la sal es rigurosamente administrado durante los primeros años de vida de los niños, es de esperar una prevalencia de fluorosis dental leve del 10% al 15%.³⁸

En la vecindad del lago Victoria, en África, el agua de consumo diario contiene 10ppm de flúor. En consecuencia, como este ion atraviesa la placenta materna, es frecuente la fluorosis dental severa en la dentición decidua.

La investigación de la fluoruración de la sal en Colombia, es uno, sino el único estudio, que ha demostrado la disminución de la caries dental, exclusivamente como resultado de la implementación de esta medida, porque se realizó en poblaciones aisladas a donde los servicios de salud bucal nunca habían llegado; el mercado de las pastas dentales con fluoruros a penas se iniciaba en el mundo, no eran grupos sociales que se cepillasen los dientes regularmente; la movilidad de la población era ninguna. Además, el estudio contó con un pueblo control. Hoy se es consciente de lo difícil que es afirmar si una sola medida de prevención que incluya fluoruros es la responsable de la disminución de la caries dental o lo es la combinación de medidas, como flúor en el agua y en las pastas dentales con 1500ppmF. A las cantidades anteriores se les puede agregar el flúor de las aplicaciones tópicos y de los materiales dentales que lo liberan lentamente; por supuesto, estos niños también tienen mayor riesgo de ser afectados por fluorosis dental moderada. De la misma manera, es imposible decir hoy que la

fluorosis que se observa en muchos países del mundo, se debe *exclusivamente*, al flúor en la sal o en el agua.

La prevalencia de la fluorosis dental en algunos países del mundo, muestra cifras dispares, en Honduras es del 2% y en Valparaíso y Viña del Mar es del 26%, en Estados Unidos es del 21%, en algunos cantones de Suiza es del 21%-22%, en Colombia 11.5%, en las Bahamas 24%.

Es importante tener en cuenta que no todos los estudios utilizan los mismos índices, (Dean o TF-Thylstrup and Fejerskov). En Estados Unidos y Valparaíso la población se beneficia de programas de fluoruración del agua y además utilizan pastas dentales con fluoruros, 1000ppmF y > ; en las Bahamas utilizan una batería de medidas preventivas con flúor en diferentes modalidades; en Belice (1.5mg/L). En Costa Rica, República Dominicana y Paraguay, las comunidades consumen agua naturalmente fluorurada. El caso de Suiza es interesante, utilizando el Índice TF, encontraron en el Cantón de Zurich (1995) 21% de opacidades relacionadas con fluoruros (OAP), y 22% en el Cantón de Glarus. En 2002 en el Cantón de Zurich, la prevalencia había disminuido al 11%; en la actualidad en Suiza, los niños menores de seis años usan pastas dentales con 250ppmF.

La prevalencia de las opacidades relacionadas con fluoruros, se discriminan en el Cantón de Zurich así, 17% TF grado 1, 4% TF grado 2, para el 21% reportado. En el estudio de Colombia, utilizando el Índice de Dean, solo discriminan dos categorías, (a) las leves y muy leves, 107% y (b) moderadas y severas 0.8%, para el 11.5% reportado. En Suiza consideran que la prevalencia de las opacidades relacionadas con fluoruros es muy baja, tal vez por el uso de pastas dentales con 250ppmF en los niños menores de seis años,⁴⁹ no las consideran como un problema cosmético, menos como de salud pública.

No solamente la prevalencia de opacidades relacionadas con fluoruros es baja, sino que también lo es la prevalencia de la caries dental, ambas circunstancias como resultado de la adecuada administración de los programas de fluoruración de la sal.⁴⁷

Comentarios generales

Cuando un país decide fluorurar la sal, las consideraciones de los administradores del proyecto van mucho más allá de determinar si se van a incorporar 200 ó 250 mg de fluoruro de sodio o de fluoruro de potasio por kilogramo de sal, si la mezcla se va a hacer en mezcladores continuos o discontinuos, o de tornillo, o si el flúor se añade en solución o en forma sólida.

El uso apropiado de la sal fluorurada para la prevención de la caries dental presupone educar al público, a los prestadores de servicios de salud, a quienes dictan las normas, a los medios de comunicación y a los productores de la sal. La falta de información adecuada y oportuna al respecto, es perjudicial, especialmente para la población de bajos recursos económicos, siempre desprotegida, entre otras razones, porque no reciben de manera adecuada los beneficios de una medida de prevención científicamente válida, en consecuencia aumenta la presencia innecesaria de una enfermedad prevenible como la caries dental, además de los posibles perjuicios para la salud, por el uso indebido de la medida, al no conocerse ni cantidades adecuadas ni manera correcta de usarla.

Es indispensable el control de calidad en la mezcla de tal manera que la dosis sea la correcta y la distribución en el empaque homogénea. Los métodos más utilizados para el control de calidad son la cromatografía iónica, la fotometría y la potenciometría. Este último método es el más económico, sencillo y seguro.^{50,51}

El monitoreo de los programas de fluoruración de la sal debe ser continuo y sistemático, obteniendo de manera apropiada información generada por los servicios de salud, los laboratorios, los investigadores y organizaciones comunitarias. La vigilancia epidemiológica permite medir patología, factores de riesgo y factores de protección. Debe incluir mediciones como la incidencia y la prevalencia de la caries dental y de la fluorosis dental, concentraciones del flúor en la sal, niveles de flúor en los abastecimientos de agua potable usados por la comunidad, (restringir el uso de sal fluorurada en aquellos lugares donde los niveles del flúor en el agua de consumo diario esté por encima de 0.5ppm F), cantidad de flúor en las pastas dentales, en

enjuagues, uso de cualquier otro tipo de suplemento como tabletas y gotas con vitaminas y flúor, estado nutricional de los escolares y contenidos de flúor en los alimentos y bebidas de consumo diario.

Los problemas reportados en algunos lugares con programas de fluoruración de la sal se deben a carencia de legislación adecuada, ausencia de controles de calidad y de vigilancia epidemiológica.

Conclusiones

Tanto la caries dental como la enfermedad periodontal son entendidas hoy, como enfermedades en las cuales intervienen determinantes biológicos, sociales y de comportamiento, que interactúan tanto en salud como en enfermedad. Al correcto manejo de tales determinantes se orientan los programas de Promoción de la Salud Bucal.

El uso adecuado de los fluoruros, la remoción de la placa dento-bacteriana por parte del paciente o del profesional y hábitos alimenticios (consumo racional de azúcares), son los componentes técnicos de la promoción de la salud bucal que permiten el control de los determinantes biológicos, uno de los cuales es la fluoruración de la sal.

La utilización que una persona puede llegar a hacer de estos componentes, depende de determinantes no-biológicos, como estatus socio-económico, nivel educacional, actitudes, conocimientos, valores, competencias, auto estima, acceso a los servicios de salud bucal, existencia de la sal en los supermercados y tiendas, etc.

La fluoruración de la sal debe ser considerada como parte integral de la promoción de la Salud Bucal, lo cual influye de alguna manera en la actitud del individuo hacia su salud.

La fluoruración de la sal es económica (siempre y cuando su producción esté centralizada en fábricas que produzcan varias toneladas al año), y es bien aceptada por la comunidad. Para incrementar su efectividad, es necesario aumentar sus ventas, que hoy en algunos países es solo del 30% al 80%-90% de otros países como Suiza.

Las concentraciones recomendadas son del orden de los 200mg \pm 25mg de fluoruro de sodio (NaF) por kilogramo de sal doméstica. No se debe suministrar

en poblaciones que tengan fuentes de agua potable cuyo contenido natural sea de 0.5 ppmF o mayor. En aquellas comunidades con acceso a sal fluorurada se recomienda en los niños menores de seis años de edad el uso de pastas dentales sin fluoruros, o con 250 ppm de F. únicamente.

No existe evidencia en la literatura que indique que programas de fluoruración de la sal, "*per se*", (en los cuales existan controles de calidad que garanticen la cualidad de la mezcla y se les hagan vigilancia epidemiológica apropiados), sean responsable de las fluorosis dentales, especialmente las formas severas, reportadas en la literatura.

Referencias

1. Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach: Community Dental Oral Epidemiol.2004;32:319-21.
2. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: Continuous improvement of oral health in the 21st century – the approach of the WHO Global Oral Health Programme. Community Dent Oral Epidemiol.2003;31(Suppl 1):3-24.
3. Marthaler TM. Dental caries – past and present: changes in dental caries 1953-2003 Caries Res. 2004;38:173-181.
4. Dean TH. Chronic endemic dental fluorosis JAMA.1936;107:1269-1273.
5. Dean HT. Endemic fluorosis and its relation to dental caries Public Health Rep.1938;53: 1443-1452.
6. Dean HT, Jay P, Arnold FA Jr, Elvove E. Domestic water and dental caries II. A study of 2.832 white children aged 12 to 14 years, of 8 suburban Chicago communities including *Lactobacillus acidophilus* studies of 1.761 children, Public Health Rep.1941;56:761-792.
7. Dean HT, Arnold FA Jr., Elvove E. Domestic water and dental caries. V. Additional studies of the relation of fluoride domestic waters to dental caries experience in 4.425 white children, aged 12 to 14 years, of 13 cities in 4 states. Public Health Rep.1942;57:1155-117.

8. Restrepo D, Gillespie GM, Velez H. Estudio sobre la fluoruración de la sal. [Study of salt fluoridation]. *Bol Of Sanit Panam.*1972;73(59): 418-423
9. Mejia R. Experience with SALT fluoridation in Colombia. *Salt fluoridation*. Washington DC: Pan American Health Organization.1986;Scientific Publication No. 501
10. Burt BA, Marthaler TM. Fluoride tablets, salt fluoridation, and milk fluoridation. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt A (eds) *Fluoride in Dentistry* (2nd ed) Copenhagen: Munksgaard.1996
11. Toth K. Caries prevention by domestic salt fluoridation. Budapest: Akadémiai Kiado.1984
12. Marthaler TM, Petersen PE Salt fluoridation – an alternative in automatic prevention of dental caries. *International Dental Journal.*2005;55,(6):351-358
13. ENSAB III, Estudio Nacional de Salud Bucal. 1999;Tomo VII:114-115
14. Whitford GM, Pashley DH, Reynolds KE. Fluoride tissue distribution: short-term kinetics. *Am J Physiol.*1979;236:141-148
15. Whitford GM. Fluoride metabolism when added to salt. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.*2005;115: 675-678 .
16. Whitford GM. Monitoring fluoride exposure with fingernail clippings. *Achweiz Monatsschr Zahnmed.*2005;115:685-689
17. Whitford GM, Thomas JE, Adair SM. Fluoride in whole saliva, parotid ductal saliva and plasma in children. *Arch Oral Biol.*1999;44:785-788
18. Ekstrand J, Ehrnebo M. Influence of milk products on fluoride bioavailability in man. *Eur J Clin Pharmacol.*1979;16:211-215
19. Whitford GM, Birdsong-Whitford NL, Augeri JM. Fluoride balance and tissue concentrations: effect of dose frequency. *Proc Finn Dent Soc.* 1991;87:561-569
20. Whitford GM. *The Metabolism and Toxicity of Fluoride*, 2nd edition. (Ed: Meyers HM) S. Karger,Basel.1996
21. Larsen MJ, Bruun C Caries chemistry and fluoride mechanisms of action, 1994. En: *Text book of clinical cariology*, A Thylstrup, Fejerskov O (eds), Munksgaard Textbook, Copenhagen, Ch 4,71-89
22. Ten Cate JM, Larsen MJ, Pearce EIF, Fejerskov O *Chemical interactions between the tooth and the oral fluids*, 2003. En: *Dental caries, the disease and its clinical management*, Fejerskov O, Kidd E (eds). Blackwell, Munksgaard Ch 4, 49-70
23. Bürgi H, Zimmermann MB. Salt as a carrier of iodine in iodine deficient areas. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.*2005;115:648-650
24. Wespi H J: Fluorites Kochsalz zur Cariesprophylaxe (fluoridated salt and caries prevention). *Schwiez Med Wschr.* 1950;80:561-564
25. Wespi HJ. Experiences and problems of fluoridated cooking salt in Switzerland. *Arch Oral Biol.*1961;6[Suppl.]:33-39
26. Velez A H: Fluoruración de la sal en cuatro comunidades Colombianas: Informe General. Medellín University of Antioquia (mimeograph. 1968
27. Mejia VR, Velez AH, Espinal TF, Hernandez AN: Fluoruración de la sal en cuatro comunidades Colombianas: VI Ingesta de sal. *Bol of Sanit Panam.*1974;77(4):295-299
28. Toth K. Ten years of domestic salt fluoridation in Hungary. *Acta Paediatr Acad Sci Hung.*1978; 19(4):319-327
29. Viñes JJ. Flúor profilaxis de la caries dental a través de la sal fluorurada. *Rev Clin Española.*1971;4:4:319-334
30. Viñes JJ. Caries preventive salt fluoridation. *Br Dent J.* 1985;158(2):45-49

31. Hescott P, Roland E, Desfontaine J. Fluoridated salt: A measure of Public Health in France. CEDROS Newsletter Year III, No.6 1995.
31. Hescott P, Roland E, Desfontaine J. Fluoridated salt: A measure of Public Health in France. CEDROS Newsletter Year III, No. 6 1995.
33. Tramini P. Salt fluoridation in France since 1986. Schweiz Monatsschr Zahnmed.2005;115: 656-658
34. Pieper K, Schulte AG. The decline in dental caries among 12-year-old children in Germany between 1994 and 2000. Community Dental Health.2004;21:199-206
35. Schulte AG. Salt fluoridation in Germany since 1991 Schweiz Monatsschr Zahnmed.2005;115: 659-662 .
36. Kunzel W. The changing patterns of caries prevalence. What might be expected in the next century. Europ J Paed Dent.2001;2:179-184
37. Marthaler TM, Pollak GW. Salt fluoridation in Central and Eastern Europe Schweiz Monatsschr Zahnmed.2005;115:670-654
38. Estupiñán-Day S Promoting Oral Health. The use of salt fluoridation to prevent dental caries. Scientific and Technical Publication No. 615, Pan American Health Organization, Washington D.C. PAHO © 2005
39. Restrepo D Salt fluoridation: an alternative measure to water fluoridation. Int Dent J.1967;17: 4-9
40. Gillespie GM, Baez R. Development of salt fluoridation in the Americas. Schweiz Monatsschr Zahnmed.2005;115:663-695
41. Gillespie GM, Mathaler TM. Cost aspects of salt fluoridation. Schweiz Monatsschr Zahnmed.2005;115:778-784
42. Burt B. Proceedings for the workshop: cost effectiveness of caries prevention in dental public health. J Public Health Dent.1997;56(5):233-300
43. Rugg-Gunn AJ, Nunn JH, Ekanajake L, Saparamadu KDG, Wright WG. Urinary fluoride in 4-year-old children in Sri Lanka and England. Caries Res.1993;27:478-483
44. Marthaler TM. (Ed): Monitoring of renal fluoride excretion in community preventive programmes on oral health. World Health Organization, Geneva.1999
45. Franco AM, Martignon S, Saldarriaga A, Gonzalez MC, Arbeláez MI, Ocampo A, Luna LM, Martinez Mier EA, Villa A. Total fluoride intake in children aged 22-35 months in four Colombian cities. Community Dent Oral Epidemiol.2005;33: 1-8
46. Pucci FW, Dol I. Estudio de la excreción urinaria de flúor en niños de 3 a 5 años. Ministerio de Salud Pública, Montevideo, Uruguay,1997.
47. Menghini G. Dental fluorosis in salt fluoridation schemes. Schweiz Monatsschr Zahnmed.2005; 115 (11):
48. Levy FM, Bastos JR, Buzalaf MA. Nails as biomarkers of fluoride in children in fluoridated communities. J Dent Child.2004;71:121-125
49. Holt RD, Morris CE, Winter GB, Downer MC. Enamel opacities and dental caries in children who used a low fluoride toothpaste between 2 and 5 years of age. Int Dent J.1994; 44:331-341
50. ESPA (European Salt Producer's Association) _ Sodium Chloride Standard- ESPA/CN – E – 117-1999 Rev 1 "Determination of fluorides – potentiometric method". ESPA/CN – E – 118 – 2002 Version 1-1 "Determination of anions – High performance ion chromatography (HPIC)". ESPA/ CN – E/110- 1996 "Determination of fluorides – SPADNS photometric method". Accessible through "www.eusalt.com"

51. Trachsel S Quality control in the production of fluoridated food grade salt. Schweiz Monatsschr Zahnmed.2005;115:770-773

Agradecimiento

El autor deja constancia de su reconocimiento al doctor Raúl Mejía Villa, (Profesor Emérito, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia), por su diligente revisión de los textos y oportunas observaciones encaminadas a lograr una estructura adecuada y mayor claridad al contenido de este artículo.

Correspondencia:

aescobar@ces.edu.co

Recibido para publicación: Febrero de 2006

Aprobado para publicación: Abril de 2006

CES

Un Compromiso con la Excelencia