

RESULTADOS DE UN PROGRAMA INTEGRADO DE MITIGACIÓN DE FLUOROSIS EN UNA POBLACIÓN CONTROLADA DE INDIA

• Sam Godfrey •

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)

• Pawan Kumar Labhassetwar •

Instituto Nacional de Investigación en Medio Ambiente (NEERI), India

• Samir Datta •

Dental College, India

Resumen

En India se estima que la población total afectada por el consumo de flúor en agua es de 18 197 000 (Fewtrell *et al.*, 2006), de los cuales los niños son los principales perjudicados. Una de las regiones con mayores problemas es la de Madhya Pradesh, donde más del 11% de la población consume agua con elevados niveles de fluoruros. Con el objeto de mitigar los efectos negativos de este compuesto, se diseñó e implementó un Programa de Manejo Integrado de la Fluorosis (MIF). El enfoque empleado consistió en combinar dos prácticas fundamentales: a) la dilución de la concentración del fluoruro en el agua de suministro con agua de lluvia carente de este contaminante y b) el consumo de una planta rica en calcio, *Cassia tora*, que ayuda a mitigar los efectos del fluoruro. Este artículo presenta los resultados de evaluar el impacto de estas acciones haciendo uso de una prueba *t* de *Student* en una población de dos mil niños provenientes de una muestra de 19 internados de tiempo completo (escuelas donde los niños viven todo el periodo escolar). Como referencia, se realizó una evaluación de la fluorosis en 2005, antes de aplicarse el MIF, y una vez las intervenciones puestas en práctica, se llevó a cabo una segunda evaluación en 2007. En ambos casos, los dos mil niños fueron revisados por dentistas para infantes, quienes calificaron los casos de fluorosis dental encontrados usando la clasificación de Dean. Los resultados demostraron una reducción de la prevalencia de la fluorosis grado 1 en 86%, la de grado 2 en 77% y la de grado 4 en 60%.

Palabras clave: flúor, manejo integrado de la fluorosis (MIF), fluorosis dental, dilución de la concentración del fluoruro, India, niños.

Introducción

De acuerdo con el reporte de la Evaluación Global del Suministro y Saneamiento del Agua de UNICEF (WHO-UNICEF, 2000), cerca de 1.1 billones de personas en el mundo carecen de acceso a agua segura, definiendo la seguridad del agua a partir del informe de WHO-UNICEF (2007). En este informe se estima que cerca del 10% de las fuentes de suministro de agua

potable en ocho países estudiados estaban afectadas por un exceso de flúor (WHO/UNICEF, 2007). Por otra parte, la población total dañada por fluorosis en el mundo, tanto dental como esquelética, ha sido estimada a partir de información bibliográfica por Fewtrell *et al.* (2006) y empleando un modelo que predice los efectos a partir de las concentraciones de flúor en agua, se considera de 18 197 000, sólo para el caso de India (Fewtrell *et al.*, 2006).

La fluorosis dental tiene un efecto tóxico en las células que forman el tejido de los dientes (Fewtrell *et al.*, 2006); los ameloblastos (ennegrecimiento del esmalte observable a simple vista) constituyen la manifestación temprana de la enfermedad (MRC, 2002). Histológicamente se presenta como una hipocalcificación, mientras que en el nivel clínico varía entre estriaciones apenas visibles en el diente hasta afectaciones notorias en el esmalte (MRC, 2002). La fluorosis dental por primera vez fue relacionada con el consumo de agua potable en 1925 (Churchill, 1931), cuando se encontró que un exceso de fluoruros en el agua potable producía el ennegrecimiento del esmalte. Las caries dentales son una enfermedad multifactorial, en la cual intervienen una nutrición deficiente, bacterias bucales y una pobre higiene bucal. Además, Choubisa (2001) concluyó que otros factores como el estado nutricional, el clima, la susceptibilidad individual y la respuesta biológica durante el periodo de exposición a los fluoruros, así como la concentración de sales disueltas en el agua de consumo modifican el potencial de generar fluorosis dental (Choubisa, 2001).

En el mundo, los estudios sobre la efectividad del fluoruro para prevenir la caries no son concluyentes (Yiamouyiannis, 1990; Ziegelbecker, 1981; Ziegelbecker y Ziegelbecker, 1993). Sin embargo, la relación entre la prevalencia de la fluorosis dental en niños y un consumo importante de fluoruros ha quedado bien establecida (Alarcón-Herrera *et al.*, 2001; Ismail y Bandekar, 1999; McDonagh *et al.*, 2000; Ray *et al.*, 1981; Venkaleswarla *et al.*, 1952). Por ejemplo, un estudio realizado en nueve estados de India durante 1987-1992 encontró que entre el 5 y 20% de los niños entre 6 y 14 años estaban afectados por fluorosis por causa del consumo en exceso de este elemento (Susheela, 2003). Otro estudio, más completo y realizado en 484 213 niños en edad escolar en 18 distritos de Gujarat, indicó una prevalencia de fluorosis dental del 33%, por un consumo elevado de fluoruro (Choubisa *et al.*, 1996). Sin embargo, en dichos estudios, la

relación entre la calidad del agua y el grado de fluorosis es limitada. Por ejemplo, algunos estudios de India mostraron una prevalencia de 100% cuando la concentración en agua de fluoruros es de 3.4-3.8 ppm (Subbareddy y Tiwari, 1985; Choubisa *et al.*, 1996). La prevalencia de fluorosis aumenta del 13 al 77% cuando el contenido de flúor en agua aumenta de 0.6 ppm a 1.8-3.8 mg/l (Susheela, 2003). Lo anterior implica que la fluorosis dental se observa en concentraciones por arriba del criterio establecido para el agua de consumo humano en los criterios de la WHO (2004), los cuales establecen un valor de 1.5 mg/l, lo que se puede interpretar como que la fluorosis dental ocurre por una combinación de factores, entre los cuales está la ingestión y la desnutrición.

Para evaluar el nivel de la fluorosis dental se han desarrollado diferentes índices, en función de la afectación clínica del diente. El índice de Dean (1934) es uno de éstos, y entre otras cosas califica la fluorosis dental en cinco niveles o grados, entre 0 y 5.

Para mitigar la fluorosis se requiere un enfoque integrado. De acuerdo con la WHO (2004), el primer paso para ello es establecer un nivel tolerable de riesgo para la salud humana a partir de la evaluación cuantitativa del riesgo. Este nivel se establece considerando el nivel de exposición y el potencial de vulnerabilidad de la población a la fluorosis. La vulnerabilidad varía en cada población, ya que de acuerdo con lo reportado por Godfrey *et al.* (2006), el valor de DALY (Disability Adjusted Life Years or DALY) por fluorosis es mayor en niños con desnutrición que en adultos.

Este trabajo describe los resultados de un programa para el control integrado de la fluorosis dental en Madhya Pradesh, India, a partir de la disminución del consumo de fluoruros, por la acción combinada de diluir el agua de consumo con agua de lluvia, así como por el consumo de una planta rica en calcio y mitigadora de los efectos. Mayores detalles de este programa se pueden encontrar en NEERI (2007).



Figura 1. Ubicación de Madhya Pradesh, India.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en la zona centro del estado de Madhya Pradesh, en India (ver figura 1). En 2005, 8 626 fuentes de suministro de 4 385 ciudades en distritos de Madhya Pradesh estaban afectados por elevadas concentraciones de fluoruros (>1.5 mg/l; PHED, 2005). La alta concentración de fluoruros se debe a la presencia de una capa geológica de hornblenda que se encuentra entremezclada con las capas intrusivas y extrusivas de las formaciones basálticas ubicadas al este, sur y oeste de Madhya Pradesh (PHED, 2005). El mayor número de fuentes afectadas se encuentra en la región oeste de Madhya Pradesh, donde se ubican los distritos de Dhar y Jhabua.

Para determinar el efecto en la salud del exceso de fluoruros en el agua en Dhar y Jhabua, India, el NEERI (2007) llevó a cabo un estudio para cuantificar el riesgo. En este estudio, se encontró que la prevalencia más alta de fluorosis dental era en niños de entre

6 y 15 años (Godfrey et al., 2006). Más aún, el estudio encontró que en la población estudiada de dos mil niños había un subconjunto de niños más vulnerables y que provenían de las castas sociales más bajas. Estos niños tienen la característica de poseer una alta tasa de desnutrición, así como de vivir en zonas con fuentes de suministro con alto contenido de fluoruros. Son niños de familias que pertenecen a tribus migratorias, pero educados en internados de tiempo completo (9-10 meses por año); esto último permite caracterizarlos como una población en condiciones similares, pues se alojan en un mismo sitio, se alimentan de la misma forma y consumen agua de la misma fuente durante 320 días al año. Por ello constituyen una población susceptible para realizar un estudio de cohorte controlada.

Para llevar a cabo la investigación, el NEERI (2007), así como el Departamento de Odontología Pediátrica, el gobierno y el Colegio de Dentistas de Rohtak identificaron 19 escuelas (9 en Jhabua y 10 en Dhar), como sitios de estudio y para llevar a cabo el muestreo.

Descripción de las intervenciones

Intervenciones en el agua. La dilución del agua que provenía del acuífero se efectuó al coleccionar el agua de lluvia en techos. La mezcla se llevó para obtener en el agua de consumo una concentración de fluoruros de 1 mg/l. El principio de este trabajo se basó en que, en lugar de usar el enfoque convencional (con un reservatorio de descarte), emplear el agua de lluvia como fuente de suministro; debido a que ésta no era suficiente para atender todas las necesidades, se propuso su empleo como agua de dilución de la fracción que se emplea para consumo humano. Un esquema de la técnica empleada para diluir el agua se encuentra en la figura 2. El proceso de dilución se llevaba a cabo en tal forma que es posible realizar una dilución hasta de 1:2 para reducir el contenido original de fluoruros de agua de 3 a 1.5mg/l. En el ámbito local, el proceso se llevó a cabo en simples tinacos.

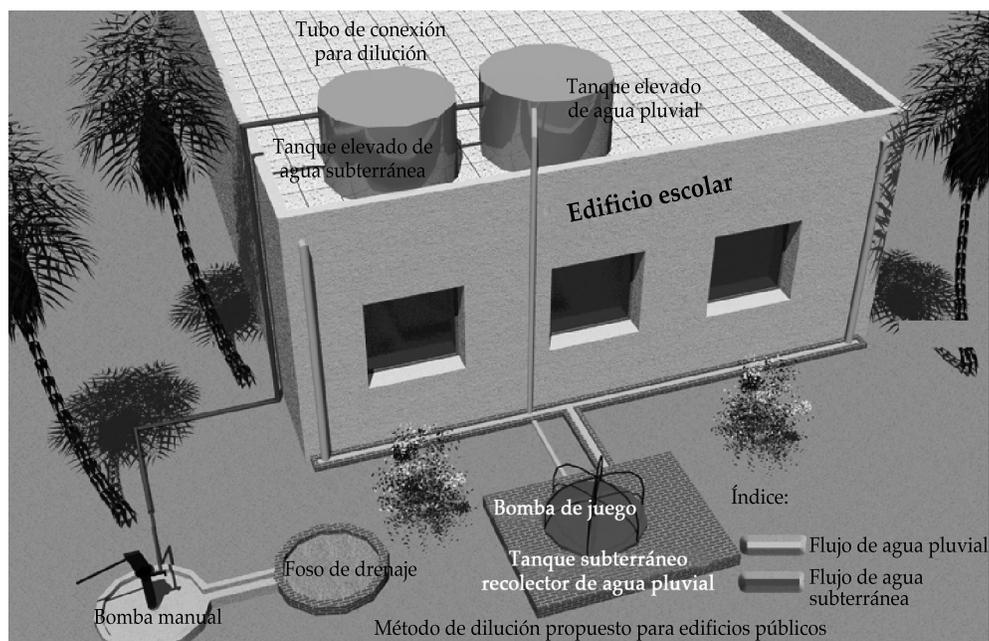


Figura 2. Tecnología de dilución.

Solución nutricional

En Asia existen numerosas evidencias sobre el papel que juegan la salud y el estado nutricional en la prevalencia de la fluorosis tanto dental como esquelética (Ayoob y Gupta, 2006). También existe información suficiente sobre la influencia que tienen los hábitos alimenticios cotidianos y la nutrición para reducir los niveles de fluorosis. Por ejemplo, Jolly *et al.* (1974) demostraron que la falta de vitamina C tiene un papel importante en el desarrollo de la fluorosis. En forma similar, en China se encontró que en una población con un nivel adecuado de nutrición, la prevalencia es de 44%; mientras que, en comparación, en una población desnutrida, la incidencia es del 70% (Liang *et al.*, 1997).

Más aún, Chinoy y Dipti (2000) señalaron la importancia que tienen los suplementos vitamínicos para reducir el efecto tóxico del fluoruro. En forma más específica, estudios en

el nivel de comunidades sugieren fuertemente que el consumo de calcio disminuye notoriamente la severidad de la fluorosis dental (Krishnamachari, 1986; Chakma *et al.*, 2000). Ensayos clínicos realizados en niños de Rajasthan también mostraron el efecto terapéutico que tiene el empleo de micronutrientes como suplemento para combatir la fluorosis; en especial sobre las deformaciones que provoca esta enfermedad (Gupta *et al.*, 1994). Chakma *et al.* (2000) reportaron el efecto benéfico de consumir Chakoda bhaji (*Cassia tora*) para revertir los efectos de la fluorosis en el distrito de Mandla, en Madhya Pradesh, India. *Cassia tora* es un cultivo rico en calcio (3 200 mg/100 g de hojas secas), que abunda en las zonas rurales de India. De hecho, estos autores también reportaron que el consumo de *Cassia tora* logró revertir los efectos de la fluorosis en el distrito de Mandla, en Madhya Pradesh, India. Se considera que el consumo de este vegetal tiene las siguientes ventajas:

- a) Alto contenido de calcio, hierro y vitamina C, así como de otros nutrientes.
- b) Crecimiento abundante en zonas rurales.
- c) Se puede consumir todo el año en forma fresca o seca.

NEERI (2007) estimó que el consumo entre 12 y 20 g de Chakoda bhaji seca o entre 80 y 100 g de Chakoda bhaji fresca son suficientes para suministrar el requerimiento diario de calcio, esto es, 400 mg por día.

Para llevar a cabo el estudio, se seleccionaron estudiantes de 19 escuelas, a partir de un diseño estadístico tipo *t*-de *Student*, con el objeto de comparar dos medias con datos de dos variables (nivel de contaminación por fluoruros en mg/l y la población abastecida) (NEERI, 2007). El número de individuos empleados en el estudio para un nivel de confianza del 95%, con el 2% del valor real, se estimó empleando las ecuaciones (1) y (2):

$$n_o = \frac{\{tS\}^2}{rY^2} \quad (1)$$

donde:

n_o = primera aproximación del tamaño de la muestra.

t = confianza de la probabilidad (t estadística). Este valor es 1.96 para un nivel de confianza de 95%.

S = desviación de la población estándar.

r = error relativo.

Y = media de la población.

$$n = \frac{n_o}{\left(1 + \frac{n_o}{N}\right)} \quad (2)$$

donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

Cuadro 1. Concentraciones promedio de flúor en agua.

Distrito	Intervalo de la concentración de F en agua (mg/l)
Jhabua	1.7-9.44
Dhar	0.6-8.46

Cuadro 2. Escuelas muestreadas y tamaño de la muestra en niños.

Núm.	Nombre de la escuela en Dhar	Número de estudiantes	Núm.	Nombre de la escuela en Jhabua	Número de estudiantes
1	G.A. Mandu	187	1	Dhekalbadi	115
2	G.A. Teetipura	40	2	Kalidevi	342
3	G.A. Malipura	51	3	Rama	67
4	G.A. Nalcha	177	4	Gadwada	211
5	G.A. Sodhpur	99	5	Ban	110
6	N.G.A. Kakalpura	180	6	Jhakela	20
7	Sikarpura	43	7	Senalia	24
8	Kheri	40	8	Rajla	19
9	Kanya Ashram Ukala	53	9	Kokawat	92
10	Ganganagar	130			
	Total	1 000		Total	1 000

n_0 = primera aproximación del tamaño de la muestra (ver ecuación (1)).

La concentración promedio de contaminación por fluoruro en el agua de consumo de la zona de estudio se muestra en el cuadro 1.

Con base en el procedimiento de la *t*-de *Student*, se seleccionaron las escuelas, así como el porcentaje de estudiantes que entrarían en el estudio de acuerdo con el cuadro 2.

El cuadro 2 muestra el número total de estudiantes considerados en los distritos de Dhar y Jhabua (mil en total para cada caso). Para Jhabua se seleccionó como número máximo 342 en Kalidevi y mínimo 19 en Rajla. En Dhar, el máximo fue de 180 para Kakalpura y el mínimo de 40 tanto en Teetipura como Kheri. El cuadro 3 muestra la distribución por sexo de la población en estudio. De un total de mil estudiantes, 448 (44%) eran hombres y 552 mujeres (55%). La distribución por edades se muestra en el cuadro 3: 8 y 11 años máximo, y 6 años mínimo.

El estudio se llevó a cabo en dos periodos:

- Evaluación inicial para obtener la línea base o control, realizada en 2005, donde se estableció un levantamiento detallado del estado de fluorosis dental.
- Evaluación final, llevada a cabo en 2007, para evaluar el impacto de las medidas aplicadas.

Como el estudio se llevó a cabo en escuelas, se pidió a los propios estudiantes que realizaran los cálculos del porcentaje de reducción de la fluorosis dental, resultante de la aplicación del programa MIF.

Diseño de la muestra

Sólo niños y niñas nacidos y crecidos en la vecindad de la escuela fueron incluidos en el estudio. La edad de los niños se obtuvo con una aproximación de seis meses.

Método empleado para el diagnóstico

Las lesiones por fluorosis por lo general son simétricas y a ambos lados de la hemicarada central, con tendencias a formar patrones estriados en los dientes. El registro de la enfermedad se llevó a cabo considerando la clasificación de Dean (NEERI, 2007) Los criterios empleados en esta clasificación se muestran en el cuadro 4.

Para contar con un registro apropiado de los grados de la enfermedad, se llevaron a cabo ejercicios de estandarización antes de cada evaluación. Los objetivos de esta estandarización fueron los siguientes:

- Conocer e interpretar para su registro los criterios en forma uniforme.
- Contar con una consistencia razonable entre los diferentes examinadores, para reducir la variabilidad entre los mismos.

Cuadro 3. Distribución de edades *Age-wise* de la muestra.

Clave de la escuela	Edad (años)	Frecuencia Dhar	%	Frecuencia Jhabua	%
1	6	78	7.8	72	7.2
2	7	73	7.3	157	15.7
3	8	196	19.6	223	22.3
4	9	203	20.3	107	10.7
5	10	192	19.2	133	13.3
6	11	155	15.5	165	16.5
7	12	103	10.3	143	14.3
Total		1 000	100.0	1 000	100

Cuadro 4. Clasificación de Dean (excluidos dientes con corona y no registrados).

Núm.	Categoría	Descripción
0	Normal	La superficie del esmalte es lisa, usualmente de color pálido a blanco cremoso.
1	Cuestionable	El esmalte muestra ligeras aberraciones translúcidas, que varía de algunos puntos a manchas ocasionales.
2	Muy leve	Áreas esporádicas pequeñas de color opaco o papel blanco y de forma irregular en el diente en menos del 25% de la superficie labial del diente.
3	Leve	Opacidad blanca en el esmalte del diente en forma más extendida que para el grado 2, pero menor al 50% de la superficie del diente.
4	Moderada	El esmalte y el diente presentan manchas marcadas de café, frecuentemente con tendencias a desfigurar.
5	Severa	El esmalte sufre de hipoplasia fuerte en forma general. Hay áreas con hoyos o con manchas café, muy extensas y abundantes. El diente tiene apariencia de corroído.

Cuadro 5. Equipo.

Equipo	
Espejos planos bucales	Formatos y plumas
Pinzas	Guantes
Exploradores	Máscara bucal
Solución para esterilización en frío	Espejo

- Familiarizarse con los formatos de la evaluación, los índices, procedimientos y equipo de campo utilizado.

Equipos e instrumentos

Se emplearon instrumentos portables para asegurar una fácil transportación a los sitios del estudio. Los instrumentos empleados se muestran en el cuadro 5.

Procedimiento de examinación

1. Tanto el registro como la examinación de los pacientes se llevaron a cabo en una sola consulta.
2. Los datos personales de los sujetos se anotaron en cada formato de la evaluación.
3. Para examinar a cada individuo, se sentó a éste en un banco mientras que el examinador estuvo en una silla. El procedimiento se llevó a cabo empleando luz natural.

Resultados

Los datos fueron procesados y analizados empleando un programa de *software* EPI-info. Los resultados indicaron que el impacto de la aplicación del Programa para el Manejo Integrado de Fluorosis (MIF) en niños de una población controlada fue reducida sustancialmente en Madhya Pradesh, India.

Los datos muestran que los dientes sin fluorosis dental en Dhar (figura 3) aumentaron de un nivel de 31.8%, al inicio del estudio, a 78.6%, al final del mismo. Además, los dientes con grado 1 de fluorosis aumentaron de 2.1% a 14.4%; los de grado 2, de 3.4% a 14.9%; al igual que los de grado 4 de 14.9% a 38.0%, en cada caso de 2005 a 2007, respectivamente. Los de grado 3 se mantuvieron prácticamente en una cantidad similar e igual a 1.1% en 2005 y 0.9% en 2007.

En Jhabua (figura 4), las fluorosis grado 0 aumentaron de 43.9 a 87.6% y también se

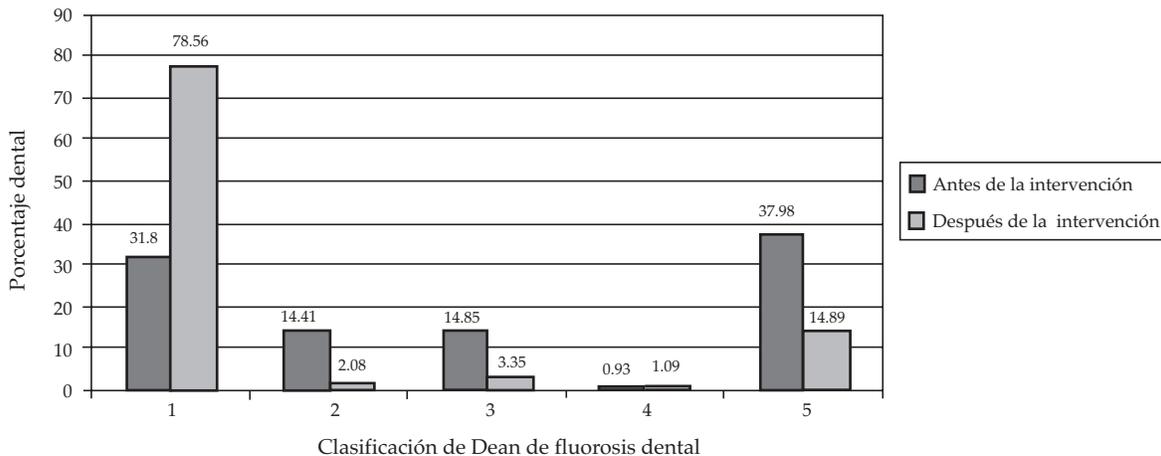


Figura 3. Reducción de los niveles de fluorosis dental en Dhar, India.

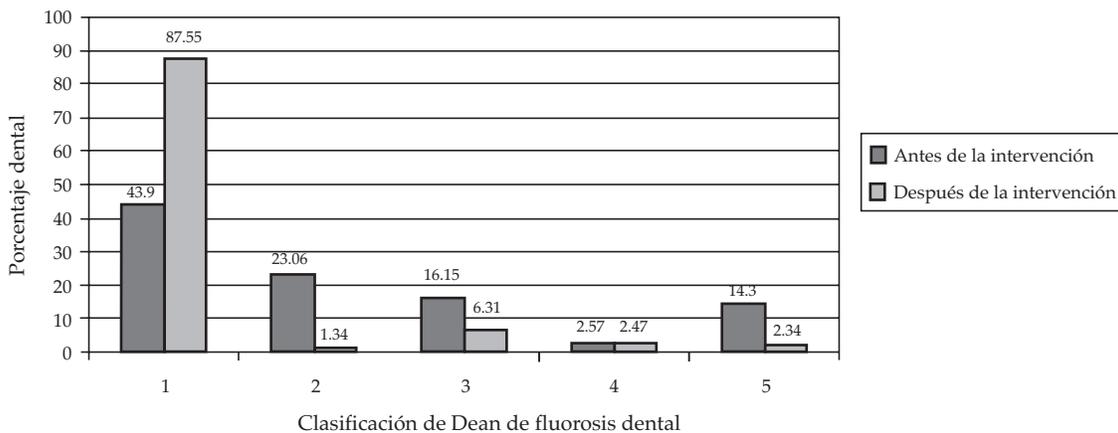


Figura 4. Reducción de los niveles de fluorosis dental en Jhabua, India.

observó una reducción de los grados 1, 3 y 4 entre 2005 y 2007. Al igual que en el caso anterior, la fluorosis grado 3 se mantuvo prácticamente sin variaciones, y entre 2.6 y 2.47% para cada año. En suma, las evaluaciones indican que hay una reducción de fluorosis grado 1 de 86%, de la de grado 2 de 77% y la de grado 4 de 60%, en el distrito de Jhabua.

La reducción de la fluorosis dental en ambos casos se explica por la dilución del agua

contaminada de consumo, así como el cambio en el patrón alimenticio.

Discusión

Uno de los efectos por consumir más de la dosis recomendable de flúor es la fluorosis dental. Los efectos observados se deben a la suma del consumo total del flúor, lo cual comprende tanto la ingesta de agua como de algunos alimentos.

Por ejemplo, en la zona de estudio, la fluorosis dental provoca una apariencia antiestética de los dientes, siendo los niños el grupo más afectado de la población.

La reducción de la fluorosis dental observada en este trabajo se atribuye a la acción combinada de diluir el contenido de flúor en el agua de consumo proveniente del acuífero local con agua cosechada de lluvia, así como por el cambio en los patrones de alimentación de los niños durante dos años. Se sabe que el fluoruro es rápidamente absorbido por el cuerpo humano (Chakma *et al.*, 2000). Las dietas ricas en vitamina C, antioxidantes y calcio (*e.g.* Chakodi Bhaji) han mostrado reducir el impacto del consumo en exceso de flúor (Chakma *et al.*, 2000). Este estudio refuerza esta observación.

En esta evaluación, el porcentaje de reducción observada ocurrió principalmente en los grados 1, 2 y 4. Lo anterior se podría explicar por el hecho de que hay un mayor beneficio en la fluorosis recientemente formada en los dientes permanentes, los cuales están calcificados/mineralizados en un ambiente con fluoruro controlado. Los otros grados (1 y 2) también mostraron una reducción significativa. Respecto al grado 3, el nivel de incidencia no fue sensiblemente modificada debido a la edad de los niños afectados y al cambio de la población de la muestra. Los resultados indican que no hay una diferencia estadísticamente significativa de fluorosis en este grupo para la población en estudio.

Conclusión

La determinación de la línea de referencia para este estudio se llevó a cabo en dos mil niños de 19 internados de tiempo completo en escuelas de los distritos de Jhabua y Dhar, en Madhya Pradesh, India, durante 2005 (antes de la intervención) y posteriormente, para analizar los resultados en 2007 (después de la intervención). A fin de estimar el impacto del exceso del flúor en Dhar y Jhabua, se aplicó una evaluación cuantitativa del riesgo químico en 2005. Este estudio indicó que la mayor

prevalencia de fluorosis dental se dio en los niños de entre 6 y 15 de años de edad. Con base en este estudio se desarrolló el manejo integrado de la fluorosis en los poblados afectados. El estudio llevado a cabo en 2007 indica que hay una disminución sustancial de la fluorosis al incrementar la de grado 0 (dientes sin fluorosis) entre 31.8 y 78.6% en Dhar, y de 43.9 a 87.6% en Jhabua. Con base en estos resultados se recomienda aplicar un manejo integrado de la fluorosis, para disminuir la incidencia de esta enfermedad en forma global.

Agradecimientos

Los autores desean reconocer a los niños y encargados de las escuelas de Madhya Pradesh, al gobierno de Madhya Pradesh y a las ONG que participaron en la implementación del Programa para la Mitigación Integral de la Fluorosis. Asimismo, se agradece el apoyo recibido por parte de la profesora Blanca Jiménez, UNICEF, NEERI y del Department of Pedodontics and Preventive Dentistry de Rohtak, India.

Recibido: 27/10/2008

Aprobado: 18/05/2009

Referencias

- ALARCÓN-HERRERA, M.T., MARTÍN-DOMÍNGUEZ, I.R. and TREJO-VÁZQUEZ, R. Well water fluoride, dental fluorosis and bone fractures in the Guadiana Valley of Mexico. *Fluoride*. Vol. 34, no. 2, 2001, pp. 139-149.
- AYOUB, S. and GUPTA, A.K. Fluoride in drinking water: a review on the status and stress effects. *Critical Reviews Environ. Sci. Tech.* Vol. 36, 2006, pp. 433-487.
- BHAGAVAN, S. and RAGHU, V. Utility of check dams in dilution of fluoride concentration in groundwater and the resultant analysis of bloodserum and urine in villagers, Anatanpur District, Andhra Pradesh, India. *Environmental Geochemistry and Health*. Vol. 27, 2005, pp. 97-108.
- CHAKMA, T., RAO, V.P., SINGH, S.B. and TIWARY, R.S. Endemic geuvalgum and other boe deformities in two villages of Mandla district in Central India. *Fluoride*. Vol. 33, no. 4, 2000, pp. 17-19.
- CHINOY, N.J. and DIPTI, M. 2000. Beneficial effects of a protein-supplemented diet on fluoride-induced toxicity in liver of male mice. XXIII ISFR Conference Abstract. *Fluoride*. Vol. 33, no. 1.

- CHOUBISA, S. Endemic fluorosis in southern Rajasthan, India, Research Report. *Fluoride*. Vol. 34, no. 1, 2001, pp. 61-70.
- CHOUBISA, S., SOMPURA, K., CHOUBISA, D., JOSHI, S. and CHOUBISA, L. 1996. Prevalence of fluorosis in some villages of Dungarpur district of Rajasthan. *Indian J. Environ. Health* Vol. 38, pp. 119-126.
- CHURCHILL, H. Occurrence of fluorides in some waters of the United States. *Ind. Engg. Chem.* Vol. 23, no. 9, 1931, pp. 996-1005.
- DEAN, H. Classification of mottled enamel diagnosis. *J. Am. Dent. Assoc.* Vol. 21, 1934, pp. 1421-1426.
- DIESENDORF, M. The mystery of declining tooth decay. *Nature*. Vol. 322, 1986, pp. 125-129.
- FEWTRELL, L., SMITH, S., KAY, D. and BARTRAM, J. An attempt to estimate the global burden of disease due to fluoride in drinking water. *J of Water and Health*. Vol. 4, 2006, pp. 533-542.
- GODFREY, S., WATE, S., KUMAR, P., SWAMI, A., RAYULU, S. and ROONEY, R. Health based risk targets for fluorosis in tribal children in rural Madhya Pradesh. 32nd WEDC International Conference, Sri Lanka, 2006.
- GUPTA, S., GUPTA, R. and SETH, A. Reversal of clinical and dental fluorosis. *Indian Pediatrics*. Vol. 31, 1994, pp. 439-443.
- ISMAIL, A. and BANDEKAR, R. Fluoride supplements and fluorosis: A meta-analysis. *Commun Dent Oral Epidemiol*. Vol. 27, 1999, pp. 48-56.
- JOLLY, S., SINGLA, V., SHARMA, R., RALHAN, S. and SANDHU, S. Endocrine aspects of endemic fluorosis. *Fluoride*. Vol. 7, no. 4, 1974, pp. 208-219.
- KRISHNAMACHARI, K.A.V.R. Skeletal fluorosis in humans: a review of recent progress in the understanding of the disease. *Progress in Food and Nutrition Sciences*. Vol. 10, no. 3-4, 1986, pp. 279-314.
- LIANG, C.K., JI, R. and CAO, S. Epidemiological analysis of endemic fluorosis in China. *Environ. Carcinogen. Ecotoxicol. Rev.* Vol. 15, no. 2, 1997, pp. 123-138.
- MCDONAGH, M., WHITING, P., BRADLEY, M., COOPER, J., SUTTON, A., CHESTNUTT, I., MISSO, K., WILSON, P., TREASURE, E. and KLEIJNEN, J. A Systematic Review of Public Water Fluoridation. NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York, York YO10 5DD, <http://fluoride.oralhealth.org/papers/pdf/yorkreport.pdf>, 2000.
- MRC. Medical Research Council, Working Group Report: Water Fluoridation and Health. London, 47, [http://www.mrc.ac.uk/pdf-publicationswater fluoridation report.pdf](http://www.mrc.ac.uk/pdf-publicationswater%20fluoridation%20report.pdf), 2002.
- NEERI. *Integrated Fluorosis Mitigation*. Nagpur, India: NEERI, 2007.
- PHED. *Annual Report-2005*. Unpublished report. Public Health Engineering Department, 2005.
- RAY, S., GHOSH, S., NAGCHAUDURI, J., TIWARI, I. and KAUR, P. Prevalence of fluorosis in rural community near Varanasi. *Fluoride*. Vol. 14, 1981, pp. 86-90.
- SUBBAREDDY, V.V. and TIWARI, A. Enamel mottling at different levels of fluoride in drinking water: in endemic area. *J. Indian Dent. Assoc.* Vol. 57, 1985, pp. 205-212.
- SUSHEELA, A.K. *A Treatise on Fluorosis*. Revised 2nd edition. New Delhi, India: Fluorosis Research and Rural Development Foundation, 2003.
- VENKALESWARLA, P., RAO, D. and RAO, K. Studies in endemic fluorosis in Vishakhapatnam and suburban areas. *Indian J. Med. Res.* Vol. 40, 1952, pp. 353-362.
- WHO-UNICEF. *Global Assessment of Water and Sanitation. Joint Monitoring Report Update*. Geneva: World Health Organization (WHO)-UNICEF, 2000.
- WHO-UNICEF. *Rapid Assessment of Drinking Water Quality (RADWQ)*. Unpublished report. World Health Organization (WHO)-UNICEF, 2007.
- WHO. *Guidelines for Drinking Water Quality*. 3rd edition. Geneva: World Health Organization (WHO), 2004.
- YIAMOUIYANNIS, J. Water fluoridation and tooth decay: Results from the 1986-1987, National Survey of US schoolchildren. *Fluoride*. Vol. 23, 1990, pp. 55-59.
- ZIEGELBECKER, R. Fluoridated water and teeth. *Fluoride*. Vol. 14, 1981, pp. 123-128.
- ZIEGELBECKER, R. and ZIEGELBECKER, R.C. WHO data on dental caries and natural fluoride levels. *Fluoride*. Vol. 26, 1993, pp. 263-266.

Abstract

GODFREY, S., LABHASETWAR, P.K. & DATTA, S. Case-controlled cohort health indicator study of an integrated fluorosis mitigation program in India. *Water Technology and Sciences, formerly Hydraulic Engineering in Mexico (in Spanish)*. Vol. I, no. 1, January-March, 2010, pp. 35-45.

The population affected by dental fluorosis in India due to fluoride in drinking water has been estimated by Fewtrell et al. (2006) as 18 197 000. Of these 18.1 million people, further studies highlight that children are the most affected demographic group. One of the worst affected geographical areas is Madhya Pradesh, in which more than 11% of the population is consuming water with elevated levels of fluoride. In order to mitigate the negative affects of excess fluoride, an Integrated Fluorosis Management (IFM) program has been implemented in the state of Madhya Pradesh. The approach involves dilution of fluoride-affected water sources with non fluoride contaminated rainwater and promotion of the calcium-rich crop Cassia Tora. This paper outlines findings from an impact evaluation study where, using the Student T-test, a cohort of 2 000 children from 19 residential boarding schools were selected. A baseline survey was undertaken in 2005 and then an impact survey of the IFM activities was repeated on the same cohort in 2007. In both surveys the 2 000 children were examined by pedodontists in the field using the Deans classification test for dental fluorosis. The survey indicates a reduction in the prevalence of grade 1 fluorosis of 86%, of grade 2 of 77%, and of grade 4 of 60%.

Keywords: fluoride, integrated fluorosis management (IFM), dental fluorosis, fluoride concentration dilution, India, children.

Dirección institucional de los autores

Sam Godfrey

Especialista de Agua y Medio Ambiente
Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF)
1440 Av. de Zimbabwe, Maputo, Mozambique
teléfono: + (258) (82) 9054 419
sgodfrey@unicef.org

Pawan Kumar Labhassetwar

Investigador
Instituto Nacional de Investigación en Medio Ambiente
(NEERI)
Nagpur, India
pk_labhassetwar@neeri.res.in

Samir Datta

Profesor de Odontología Preventiva
Dental College
Rohtak, India
samlip@rediffmail.com