



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

FLUOROSIS ÓSEA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

SANDRA NALLELY ZAMORANO CHACÓN

TUTOR: C. D. VÍCTOR MANUEL GARCÍA BAZÁN

MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesina ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación y no hubiese sido posible su término sin la cooperación desinteresada de las personas que mencionaré a continuación, las cuales han sido un soporte durante la redacción de esta tesina.

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres Bertha Chacón Venegas y Fernando Zamorano Reséndiz, que se preocupan por mi bienestar y por su esfuerzo realizado para darme mis estudios, porque me han brindado apoyo incondicional durante toda la carrera, colaboración y cariño.

A Ricardo, por ser la persona que ha compartido momentos difíciles a mi lado, porque en su compañía la tristeza se transforma en alegría y la soledad no existe.

De igual manera agradezco al Mtro. Héctor Ortega Herrera y a la Dra. Luz María Ruiz Saavedra, por sus conocimientos transmitidos durante el quinto año de la carrera, por la colaboración brindada durante el seminario y por sus consejos y guía en la elaboración de esta tesina.

Mis más sinceros agradecimientos a mi tutor de tesina, el Dr. Víctor Manuel García Bazán por todos sus consejos, dirección y apoyo, sobre todo en esta última etapa, quien a pesar de otras muchas ocupaciones y dificultades se comprometió y trabajó para sacar esta tesina adelante.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesina, con sus altos y bajos y que no necesito mencionar, porque tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón, les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo, cariño y amistad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi segunda casa y por darme la oportunidad de formarme como profesional, por todo y mucho más me siento orgullosamente UNAM.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1. FLÚOR	2
2. FLUORUROS	3
2.1. Usos	3
2.2. Vía de administración	4
2.3. Tipos	5
2.4. Fuentes	13
2.5. Metabolismo, absorción, distribución y excreción	13
2.6. Efectos tóxicos	20
3. FLUOROSIS ÓSEA	24
4. INTERACCIÓN DEL FLÚOR EN OTROS SISTEMAS	32
5. MEDIDAS PREVENTIVAS	36
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	42



INTRODUCCIÓN

El presente texto es una investigación sobre una de las entidades patológicas dadas por el exceso de flúor en el organismo. Para abundar más en el tema, es necesario conocer las características generales del flúor: tipos, usos, vías de administración, fuentes, metabolismo, absorción, distribución y excreción de los fluoruros, que son la causa de esta enfermedad.

Al mencionar la palabra fluorosis, se considera a la fluorosis dental como la única entidad patológica que se puede producir por un exceso o intoxicación de flúor. Actualmente se ha demostrado mediante estudios que también se pueden ver afectados otros aparatos y sistemas, como por ejemplo: digestivo, reproductivo, urinario, inmunológico, endocrino, sistema nervioso central y óseo, este último es el tema de estudio en la investigación. La fluorosis ósea es una enfermedad de la cual se tiene un desconocimiento sobre los cambios que puede producir en el organismo y no ha sido muy estudiada, sin embargo, existen artículos que refieren generalmente a esta enfermedad, endémica de países con elevados índices de flúor en el agua y que además sus habitantes tienen un alto consumo de agua fluorada por su clima seco.

La función de esta investigación es conocer los efectos del flúor en el organismo y tomar medidas preventivas necesarias para que esta enfermedad no siga expandiéndose, ya que el flúor se ha utilizado masivamente en la profilaxis de la caries dental, aunado a que diariamente se tiene una constante ingestión de flúor encontrado en alimentos, líquidos, dentífricos, enjuagues bucales, etc. Para ello es necesario establecer recomendaciones necesarias en la utilización de los fluoruros y con ello prevenir la fluorosis ósea.



FLÚOR

La palabra **flúor** proviene del latín *fluere* que significa *fluir*. Fue descubierto en 1771 por el químico sueco Carl Wilhelm Scheele.¹ Es un gas de color verde amarillo claro, muy tóxico, altamente corrosivo, de olor irritante, penetrante y desagradable, pertenece al grupo de los halógenos. El flúor es un elemento químico muy electronegativo y altamente reactivo, estas propiedades definen y condicionan su gran tendencia a las combinaciones con otros elementos, así que no se le encuentra en estado puro sino en compuestos. En su forma pura es muy peligroso, provoca quemaduras en piel e irrita la vía respiratoria al ser inhalado.

En la naturaleza se encuentra en forma de fluorita, fluoruro cálcico o espatoflúor. En la atmósfera existe en pequeñas cantidades, abunda en algunas industrias como en la fundición de aluminio, fabricación de ladrillos, industrias de cerámica y explotación minera (rocas de fosfato).

El fluoruro entra en la atmósfera por acción volcánica o como resultado de procesos industriales, retorna a la tierra como polvo, lluvia o nieve. Ingresa a la hidrosfera por filtración de suelos y minerales al agua subterránea. Del suelo, agua o aire se incorpora a la vegetación y entra en la cadena alimenticia. Las aguas superficiales contienen bajos porcentajes de fluoruros y el agua subterránea adquiere concentraciones más altas.^{2,3}

¹ Cuenca, Manau, Serra. Odontología preventiva y comunitaria. Masson 2004, pág. 90.

² Escobar Muñoz, Fernando. Odontología Pediátrica. Actualidades Médico Odontológicas-Latinoamericana 2004, pág. 128.

³ Higashida, Bertha. Odontología Preventiva. Mc Graw-Hill 2000, pág. 178.



El flúor esta presente en el 0,065% de los elementos terrestres y tiene gran importancia en el ciclo biogeoquímico (evolución de la vida). Las personas están constantemente expuestas al flúor, ya que éste elemento forma parte de los alimentos de la dieta humana, incluido en los líquidos corporales, los tejidos y los huesos. La mayor porción de flúor que se encuentra en el cuerpo humano, proviene de la utilización de compuestos que lo contienen, entre los que se mencionan: plantas industriales, fertilizantes, aluminio, barnices, vidrio, hidrocarburos fluorados, etc.⁴

Cuenca afirma que “cada uno de nosotros consume diariamente una cantidad mínima de flúor que procede, tanto de los alimentos (25%), como del agua y otras bebidas. Este oligoelemento ocupa en nuestro organismo el decimotercer lugar en orden de abundancia, y a pesar de su concentración ínfima, algunos autores afirman que el flúor debe considerarse un elemento esencial para la vida”.⁵

⁴ Rivera S y cols. Flúor: potenciales efectos adversos. *Revista Chilena Pediatría*. 64 (4); 1993, pág. 279.

⁵ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 91.



FLUORUROS

Usos

Georgius Agrícola en 1529, lo usaba como fundente de metales y minerales, él lo llamó flúor lapis o piedra fluida porque se licuaba y fluía con mucha facilidad. En 1886 Henri Moissan lo aisló mediante electrólisis del fluoruro potásico y del ácido fluorhídrico. Su primer uso fue en el “Proyecto Manhattan”, durante la Segunda Guerra Mundial, en la obtención de hexafluoruro de uranio UF_6 para la construcción de la bomba atómica, hoy se emplea en procesos de energía nuclear. También se utiliza para obtener el Teflón (Politetrafluoroetileno), recubrimiento de sartenes, hojas de afeitar y utensilios domésticos, como profiláctico en la prevención de la caries y actualmente se está utilizando en el tratamiento de la osteoporosis, empleando grandes dosis diarias de fluoruro de sodio de 40-80 mg/día, combinando una terapia con calcio, aunque en este caso, algunos autores no tienen su aprobación.^{6,7}

Vía de administración

El flúor puede ser administrado por vía general o sistémica, por vía tópica y los autoaplicables.

General o sistémica. Se propone obtener niveles óptimos en la sangre y en la saliva. El flúor ha sido añadido a la sal o al agua, también existen suplementos (gotas y tabletas), los cuales no se recomiendan a menores de

⁶ Higashisa. Op. cit., pág.181.

⁷ Norman, Harris; García, Franklin. Odontología preventiva primaria. Manual Moderno 2001, pág. 147.



tres años pero si a individuos de alto riesgo, como por ejemplo: las tabletas masticables con su debida prescripción médica.

Tópica. Entre los fluoruros de uso tópico se pueden mencionar: el fluoruro de sodio, fluoruro de estaño, fluorfosfato acidulado, geles tixotrópicos y flúor en barnices.

Autoaplicables. Entre estos se encuentran los enjuagatorios y las pastas dentífricas.

Tipos

Fluoruro de sodio (NaF). Contiene 54% de sodio y 45% de ion flúor, tiene alta solubilidad en agua y reacciona con cualquier impureza, por ello es necesario disolverlo en recipientes de plástico y con agua bidestilada.

La técnica utilizada en su aplicación es la de Knutson en 1948:

- Profilaxis y aislamiento con rollos de algodón.
- Secado con aire.
- Aplicación de NaF al 2% (2g de polvo en 10 ml de agua) de 3-4 minutos.
- Repetir 3-4 veces en una semana, sin profilaxis.
- Aplicar en edades de 3, 7, 10 y 13 años, para coincidir con la erupción dental (fórmula temporal completa, primer periodo de recambio, dentición mixta y fórmula permanente joven).^{8, 9}

⁸ Higashida. Op. cit., pág. 189.

⁹ Escobar. Op. cit., pág. 132.



Fluoruro de estaño (SnF_2). Presenta 75% de estaño y 25% de ion flúor, solución al 8% (8g de polvo en 10 ml de agua bidestilada). Se prepara en un recipiente de plástico o vidrio, agitando con un instrumento de madera o cristal y se usa de inmediato ya que se inactiva a los 25 ó 30 minutos por su inestabilidad.

Ocasiona problemas estéticos al contacto con el esmalte porque se forman fosfatos de estaño de color pardo, altera las restauraciones de silicato, deja un sabor metálico desagradable e irrita los tejidos gingivales. Se utilizó desde 1955, pero se redujo su uso desde 1965 por sus efectos desagradables.

La técnica es la siguiente:

- Profilaxis y secado con aire.
- Aplicación con hisopo durante 4 minutos.
- 1 ó 2 veces al año.^{10, 11}

Fluorfosfato acidulado (APF o FPA). Su nombre completo es fluoruro de sodio acidificado con ácido fosfórico, contiene 1,23% de fluoruro de sodio y ácido ortofosfato al 0,1 M con un pH de 3,2, permite la adición de aromatizantes, no tiene mal olor, no es irritante y se puede conservar. Se administra en solución o gel (cubetas preformadas) y se encuentra en variedad de colores y sabores.

¹⁰ Ibid.

¹¹ Higashida. Op. cit., pág. 189.



Se administra de la siguiente forma:

- Profilaxis, aislamiento y secado.
- Aplicación por 4 minutos.
- Cada 6 meses.^{12, 13}



Fig. 1 Aplicación de flúor en gel con cubeta preformada.¹⁴

¹² Ib. pp. 189-190.

¹³ Escobar. Op. cit., pp. 132-133.

¹⁴ voces.ahuce.org/n3/DI_archivos/prevenc.jpg

Los geles FPA al 1,23% son los más utilizados en la actualidad; la concentración es de 12300 ppm ó 12,3 mg de flúor por gramo de producto [...] la botella normal de presentación de 250 ml contiene una dosis letal si es ingerida [...] puede ser administrado sólo por el profesional [...] es preciso controlar la ingestión accidental durante las aplicaciones, [...] en algunos niños, sensación de náusea y a veces vómito, [...] se indica [...] el uso de aspiración y evacuación de los excesos del producto [...] hacer expectorar al paciente después de la aplicación.¹⁵

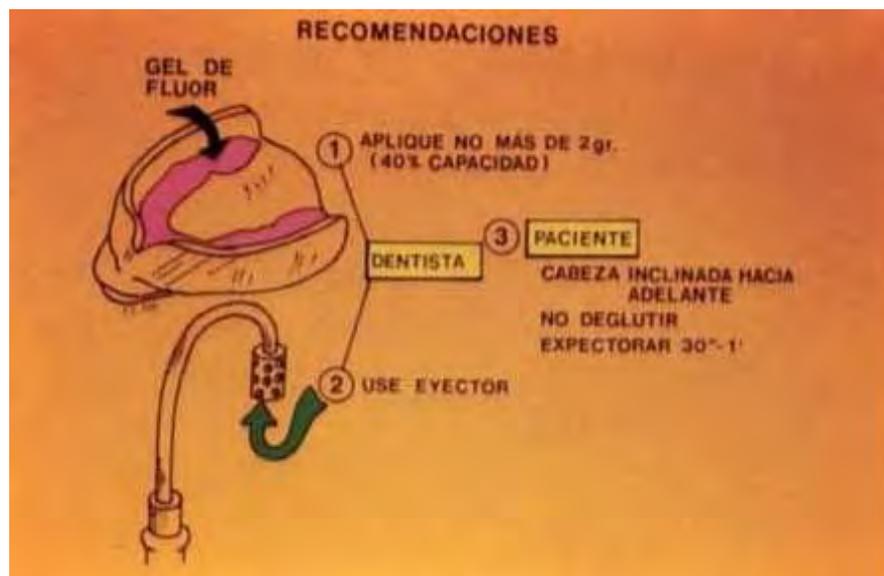


Fig. 2 Aplicación de flúor en gel y sus precauciones ante los riesgos de ingestión. Nunca dejar el envase al alcance del paciente infantil.¹⁶

¹⁵ Escobar. Op. cit., pág. 133.

¹⁶ Escobar. Op. cit., pág. 133.



Geles tixotrópicos. Se fluidifica bajo presión lo cual hace más fácil su ingreso en las áreas interproximales y en el fondo de las fisuras, es muy viscoso y se adhiere a las superficies cuando la presión es eliminada.¹⁷

Fluoruro de plata amoniacal, diaminofluoruro de plata o fluoruro de diamino plata. Compuesto de fluoruro, se utiliza desde 1976 en el tratamiento de lesiones activas de caries en esmalte por el doctor Hugo Rossetti, pero anteriormente se utilizaba en Japón en la Universidad de Osaka a principios de los años 70's. Existe en diferentes concentraciones (10-38%). Forma una película de fluoruro de calcio y fosfato de plata en la superficie del esmalte, esto lo hace insoluble y resistente al ataque ácido, también produce una esclerosis del tejido.

El ion plata proporciona una acción bactericida (inhibe el desarrollo de *S. mutans* especialmente y de lactobacilos), disminuye la adherencia de la placa bacteriana (propiedades cariostáticas), ya que inhibe la aglutinación de dextranos. Tiene propiedades sedativas cuando existe hipersensibilidad, porque proporciona sellado de túbulos dentinarios y ofrece propiedades remineralizantes. Su desventaja es que pigmenta de negro las partes mineralizadas y es cáustico. El más conocido es el de nombre Saforide al 30%.

La técnica de aplicación es:

- Aislado relativo.
- Eliminar restos alimenticios (profilaxis) y de dentina infectada o afectada.

¹⁷ Ibid.



- Lavar con agua y secar sin deshidratar la superficie.
- Aplicar con una torunda humedecida con Saforide por 3 ó 4 minutos.
- Indicar al paciente que se enjuague.
- Después de la primera aplicación se realiza la segunda a los 8 días, después a los 15 días, al mes y a los 3 meses.
- Se deja en observación y se dan citas cada 6 meses para otra aplicación, así sucesivamente hasta la exfoliación del diente.¹⁸

Existen dos tipos de Saforide: la presentación de color negro, que pigmenta menos por su bajo contenido de iones plata y mayor cantidad de fluoruro de sodio y la presentación de color azul, para cuando hay presencia de caries de grado 1 y 2 (evitar colocar en superficies cercanas a pulpa).

Se han formulado algunas presentaciones parecidas al Saforide; el doctor Luis Reinaldo Walter de la Universidad de Londrina, en Brasil; en la Bebe Clínica, utiliza el Safluoraide y existe otro con el nombre de Bioride.

Los objetivos de este tipo de fluoruro son: mantener en salud durante más tiempo los órganos dentarios y aplicar técnicas menos agresivas. Existen dos desventajas de este fluoruro: la primera, que es una sustancia quelante y puede provocar quemaduras en los tejidos blandos al no ser utilizado correctamente y la estética, por la pigmentación negra que se origina.

¹⁸ Higashida. Op. cit., pág. 190.



Fig. 3. Presentaciones de Saforide ¹⁹

Flúor en barnices o barnices fluorurados. Prolongan el tiempo de contacto entre el esmalte y el flúor, e inhiben la desmineralización. Los más comerciales son Duraphat (5% de fluoruro de sodio en solución alcohólica de resinas naturales), fue el primero que salió al mercado en 1964, es neutro, su concentración es de 22600 ppm, la cantidad límite para administrar es de 11 mg y Fluoroprotector (laca base de poliuretano con 5% de difluorosilano), salió al mercado en 1975 de la empresa Vivadent, es transparente y con sabor ácido, su concentración es de 7000 ppm, la cantidad límite de flúor administrada es de 3,5 mg. La ingestión es lenta en ambos.

¹⁹ <http://www.caballerodental.com/saforide.html>



La técnica de aplicación es:

- Se puede aplicar sin profilaxis previa.
- Realizar el cepillado normal, secar superficies y aislado relativo.
- Aplicar con pincel o jeringa.
- No se deben ingerir alimentos ni enjuagarse durante 30 minutos después de la aplicación, cepillarse después de 12 horas.
- Aplicar tres veces al año en intervalos de 7 días (Pettersson).^{20,21}

Enjuagatorios fluorurados. Existen dos variantes:

- Baja concentración-alta frecuencia. Existe una mayor seguridad pero con una mayor cooperación del paciente. Son soluciones de fluoruro de sodio al 0,044-0,05% (225 ppm F-), los niños se enjuagan varias veces al día.

Técnica: después del cepillado se enjuaga con 10 ml (6-7 ml para niños) durante 30 a 60 segundos y luego se escupe. No se debe deglutir, no recomendable en niños menores de 6 años y de 6-12 años bajo supervisión de un adulto.

- Alta concentración-baja frecuencia. Es a la inversa que la primera, tienen una concentración de 0,2% de fluoruro de sodio, los niños se enjuagan una vez a la semana.^{22, 23}

²⁰ Ibid.

²¹ Escobar. Op. cit., pp. 133-134.

²² Ib. pág. 134.

²³ Higashida. Op. cit., pág. 193.



Pastas dentífricas. Su concentración de fluoruro va desde 1000-2800 ppm de flúor, la mayoría de las pastas tienen concentraciones de aproximadamente 1000 ppm, en la forma de 0,76% de monofluorofosfato de sodio, 0,24% de fluoruro de sodio, 0,4% de fluoruro de estaño. El monofluorofosfato disminuye o frena la desmineralización durante los periodos prolongados de exposición a pH bajo, y el fluoruro de sodio es eficaz en la remineralización de las lesiones. Actualmente se han aumentado las concentraciones a valores cercanos a 1500 ppm en adulto y 400-500 ppm en pastas para niños.

- Para los niños menores de 6-7 años su uso debe ser supervisado por los adultos para disminuir la ingesta accidental de los dentífricos y prevenir una fluorosis.

Hilo dental fluorurado. Es hilo dental impregnado con fluoruro, para disminuir al *Streptococcus mutans*, sólo es recomendado para pacientes con alto riesgo de caries interproximales.²⁴

Fuentes

- Agua de ríos o pozos. La concentración de fluoruro es de 0.01-10 ppm.
- Agua entubada fluorurada. Concentración de 0.8-1.4 ppm.
- Atmósfera. El fluoruro se obtiene de procesos industriales.
- Alimentos. Ejemplo: el pescado contiene 0.1-20 ppm de fluoruro principalmente en los huesos, que durante la cocción se penetra en la carne.

²⁴ Ibid.



- Bebidas. El té verde contiene 100-300 ppm de fluoruro en la hoja seca, jugos, agua embotellada, etc.
- Profiláctica.
 - Tabletas de fluoruro de sodio 0,25-1 mg.
 - Sal de mesa con fluoruro de sodio.
 - Dentífricos con fluoruro de estaño (SnF_2).
 - Dentífricos con fluorofosfato (PO_3F_2).
 - Enjuagues bucales con fluoruro de sodio.
 - Solución de fluoruro de sodio de 1-2%.
 - Solución de fluoruro de estaño.
 - Solución de monofluorofosfato de sodio.
- Terapéutica. Tabletas de fluoruro de sodio.²⁵

Metabolismo, distribución, absorción y excreción

La cantidad de flúor en el organismo es variable y depende de varios factores como la ingestión, inhalación (en pocos casos especiales), absorción, eliminación y por características de los compuestos de los fluoruros. El organismo puede contener aproximadamente 2,6 g de flúor, este se concentra en tejidos como: cemento 1000 ppm, pulpa 680 ppm, huesos 500 ppm (20 ppm en el feto), dentina 300 ppm, esmalte 100 ppm, placa dentobacteriana 67 ppm y cartílago 30 ppm.

El depósito de flúor varía con la edad, en los niños el 50% se deposita en los huesos y dientes en formación, en los adultos solo en los huesos.²⁶

²⁵ Ib. pág. 183.

²⁶ Ib. pp. 183-184.

Metabolismo

El metabolismo del flúor es similar en niños y en adultos, se da por simple difusión en la pared gastrointestinal, dando lugar a su acumulación en el plasma sanguíneo, a partir del cual se produce su distribución a los tejidos orgánicos como su eliminación.²⁷ Es un proceso rápido que permite detectar en la orina, en 3 ó 4 horas de 20 a 33% de la dosis ingerida.²⁸

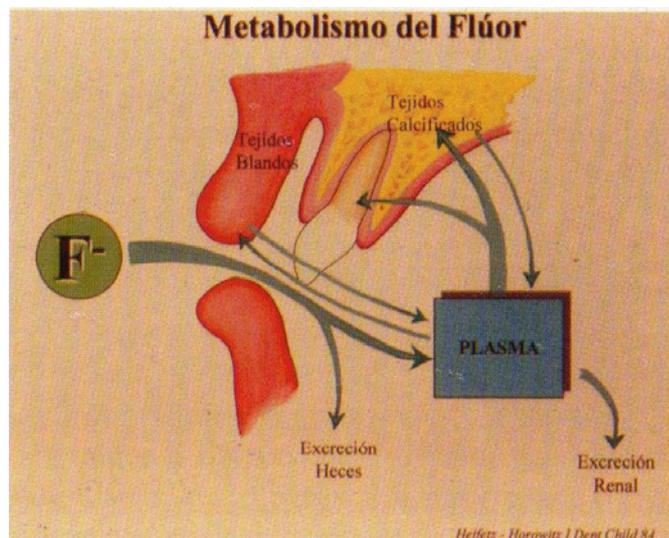


Fig. 4 Muestra el metabolismo de flúor.²⁹

Absorción

La absorción es rápida y se realiza en el tracto gastrointestinal, en el estómago y en el intestino delgado, pero también puede darse a través de los pulmones (fluoruro presente en la atmósfera), o por la piel, aunque por esta

²⁷ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 91.

²⁸ Escobar. Op. cit., pág. 129.

²⁹ Ibid.



vía se da en condiciones especiales (contacto directo con ácido fluorhídrico).³⁰

La absorción del fluoruro proveniente de la dieta depende de la solubilidad y del grado de ionización del alimento ingerido. La absorción del fluoruro se da en aproximadamente 1 hora y es casi completa cuando los compuestos son solubles y se reduce cuando se combina con calcio, magnesio o aluminio (forman complejos con el fluoruro), volviendo a los compuestos insolubles.^{31, 32}

La mayoría del flúor se absorbe por difusión simple a través de las paredes del tracto gastrointestinal, está influida por la acidez gástrica y el mecanismo consiste cuando el fluoruro iónico entra en el medio ácido del estómago y es convertido en ácido fluorhídrico (HF: molécula sin carga), este pasa a través de las membranas biológicas, incluyendo la mucosa gástrica. El resto del flúor se absorbe en el intestino delgado, donde existe una gran capacidad de absorción, ya que cuenta con una mayor área superficial por sus vellosidades y microvellosidades.

La máxima concentración plasmática se alcanza en una hora y la distribución por todo el organismo se da por el plasma.³³ Los niveles de fluoruro plasmático son influidos por la tasa de reabsorción ósea y por la excreción renal, existe una relación entre las concentraciones de fluoruro en el hueso y en el plasma.

³⁰ Rivas Gutiérrez, Jesús, Huerta Vega, Leticia, Fluorosis dental: Metabolismo, distribución y absorción del fluoruro Vol. LXII N. 6 Nov-Dic 2005 *Revista ADM*. pág. 226.

³¹ Higashida. Op. cit., pág. 184.

³² Rivas. Art. cit., pág. 226.

³³ Ib. pp. 226-227.



Los niveles de fluoruro en el hueso tienden a aumentar con la edad, es decir, existe una relación entre la concentración del plasma y la edad del individuo, con lo cual se dan variaciones en el metabolismo del flúor a nivel del esqueleto y de los riñones.

Concentración plasmática del fluoruro se da en 3 fases:

- Inicial. Aumento de la concentración.
- Intermedia. Caída rápida durante una hora.
- Final. Declinación suave.

Cuando se alcanza el pico plasmático, la absorción disminuye y aumenta la distribución del fluoruro desde la sangre a los tejidos.³⁴

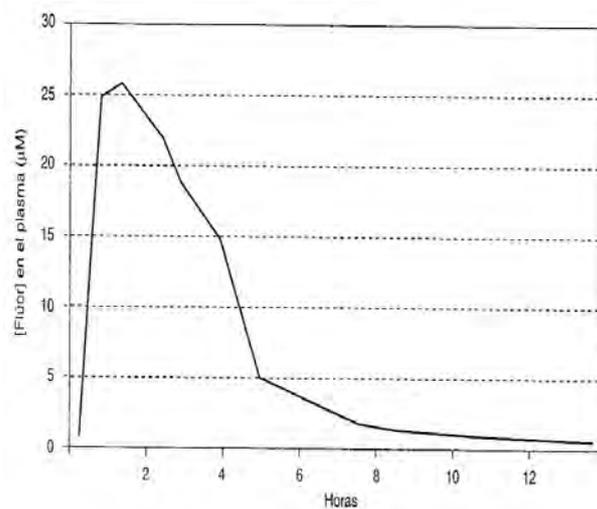


Fig. 5 Representación esquemática de la curva que siguen las concentraciones plasmáticas del flúor, tras la ingestión oral de dosis moderadas de fluoruro sódico (4-6 mg).³⁵

³⁴ Ib. pág. 227.

³⁵ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 93.



Distribución

Se presenta por mecanismos reguladores, basados en la gran cantidad de líquido intersticial.³⁶ Se distribuye por difusión en los tejidos blandos bien irrigados (corazón, riñones e hígado) y calcificados (huesos y dientes).³⁷ Los tejidos calcificados poseen el 99% del flúor contenido en el organismo, la cantidad acumulada depende de la cantidad ingerida, la duración de la exposición, el grado de mineralización de los tejidos duros y la edad del individuo.

El flúor (fluorapatita o fluorhidroxiapatita) se incorpora rápido al hueso, en formación o remodelación, su captación es mayor en los individuos jóvenes y su concentración en el hueso es más alta en zonas de recambio como son: metáfisis, periostio o superficies endosteicas.

El hueso esponjoso contiene más fluoruro que el compacto, ya que la absorción se produce en las superficies óseas y la relación de superficie-masa, es mucho mayor en el hueso esponjoso que en el compacto. La concentración de flúor en los tejidos blandos es baja (0,4-0,9), la mayor esta en el riñón y la más baja en el tejido adiposo y cerebro, es decir, el flúor atraviesa mal la barrera hematoencefálica.³⁸

Excreción

La eliminación es por vía urinaria 60-70% (fluoruro absorbido), en heces 5-10% (fluoruro no absorbido), por transpiración excesiva (sudor) y la piel descamada. También se puede encontrar en la leche, la saliva, el cabello y

³⁶ Escobar. Op. cit., pág 129.

³⁷ Rivas Art. cit., pág. 227.

³⁸ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 96.



en las lágrimas.³⁹ La excreción renal del flúor varía con el pH urinario y es mejor cuando el pH es ácido.⁴⁰

En personas que vivieron en zonas endémicas y se cambian a otras donde el nivel de flúor en el agua es deficiente, la excreción del flúor se mantiene elevada durante largo tiempo, a pesar de la disminución de la ingesta del mineral.⁴¹

En las personas vegetarianas, la orina suele ser más alcalina y la eliminación del flúor se reduce, por lo tanto la retención de este mineral aumenta en el tejido óseo.⁴²

³⁹ Ib. pág. 98.

⁴⁰ Rivera. Art. cit., pág. 280.

⁴¹ Ibid.

⁴² Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 98.

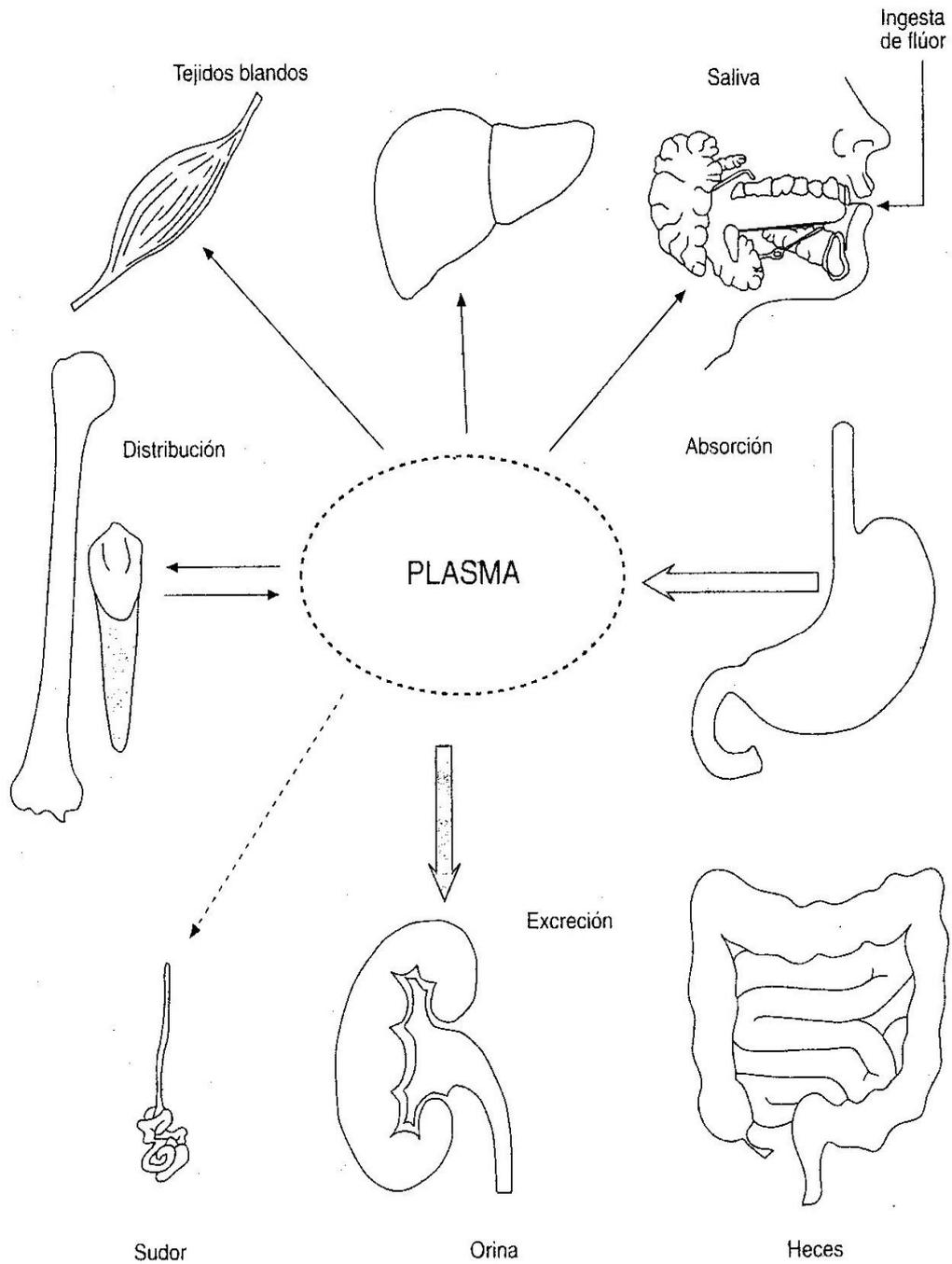


Fig. 6 Esquema del metabolismo del flúor en el organismo humano.⁴³

⁴³ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 92.



Efectos tóxicos

El flúor es utilizado con fines terapéuticos, sus efectos son delimitados por la dosificación y la administración. El flúor utilizado en dosis inferiores a las recomendadas, no tiene efecto alguno, pero si se sobrepasan las dosis, se produce una intoxicación. Las consecuencias dependen de la intensidad y frecuencia de la sobredosificación, según esto, existe la toxicidad aguda y la toxicidad crónica.⁴⁴

El fluoruro actúa de cuatro formas:

- Cuando una sal concentrada entra en contacto con la mucosa o la piel húmeda, forma ácido fluorhídrico, produciendo una quemadura.
- Es un veneno protoplásmico general que actúa inhibiendo los sistemas enzimáticos.
- Enlaza el calcio para la acción nerviosa.
- Produce hiperpotasemia, que da origen a cardiotoxicidad.⁴⁵

Los antecedentes de toxicidad aguda se refiere a su utilización como insecticida y los casos más recientes se deben a intentos de suicidio o ingestiones accidentales (principalmente en niños).

La **intoxicación aguda** por flúor puede provocar náusea, vómito, dolor abdominal, hipersalivación, mareo, debilidad muscular, calosfrío, depresión del sistema nervioso central, disnea, palidez, choque, bradicardia, midriasis, espasmos y tetania muscular.

⁴⁴ Ib. pág. 104.

⁴⁵ Norman, García. Op. cit., pág. 183.



Cuando aumentan la hipocalcemia y la hiperpotasemia, la gravedad se intensifica con la aparición de convulsiones, arritmia cardíaca, coma e incluso la muerte, por parálisis respiratoria. Todo esto sucede ya que el flúor ocasiona la inhibición de enzimas dependientes del magnesio y del hierro, lo cual produce un bloqueo en el metabolismo celular, forma compuestos de calcio que llevan a la hipocalcemia produciendo alteración en la transmisión de los impulsos nerviosos y alteraciones en la coagulación sanguínea.^{46,47,48}

El vómito se da por la formación de ácido fluorhídrico en el ambiente ácido del estómago, originando una lesión de la cubierta celular de la pared estomacal. La tetania muscular se presenta por la disminución del calcio sanguíneo, va acompañada de cólicos y dolores abdominales.⁴⁹

Según Dreisbach la dosis letal para un ser humano es de 6-9 mg/kg y según Lidbeck es de 100 mg/kg en el adulto y de 5-15 mg/kg en los niños. Y según Hodge y Smith (1965), los límites de dosis letal cierta (DLC), es de 510 g de fluoruro sódico (54,2% de ión flúor), lo cual ocasionaría la muerte de una persona de 70 kg, por lo cual la dosis letal para un adulto sería de 32-64 mg/kg.

La ingesta accidental de 5 mg/kg puede ser letal para algunos niños, aunque se maneja que la DTP (Dosis Tóxica Probable) es de 15 mg/kg.⁵⁰ La intoxicación aguda no siempre se acompaña de síntomas poco después de su ingestión.

⁴⁶ Higashida. Op. cit., pp. 187-188.

⁴⁷ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 104.

⁴⁸ Norman, García. Op. cit., pág. 184.

⁴⁹ Ib. pp. 183-184.

⁵⁰ Cuenca. Manau, Serra. Op. cit., pp. 104-105.



Algunas veces, de este tipo de intoxicación se derivan otras que pueden ser consideradas como subagudas, estas son cuando los pacientes han estado expuestos a factores que aumentan la retención de flúor en el organismo, entre los cuales se mencionan: el crecimiento, la exposición previa de flúor, la desnutrición, el ayuno y el pH urinario ácido.⁵¹

El tratamiento presenta cuatro acciones:

- Tratamiento inmediato.
- Inducción del vómito.
- Protección del estómago al fijar el fluoruro con preparados de calcio o aluminio por vía oral.
- Conservar los niveles sanguíneos de calcio mediante su aplicación por vía intravenosa.

⁵¹ Rivera. Art. cit., pág. 279.



Tratamiento de urgencia por sobredosis de fluoruro	
Miligramos del ion fluoruro por kilogramo de peso corporal	Tratamiento
Menos de 5 mg/kg	<ol style="list-style-type: none">1. Administrar calcio por vía oral (leche) para aliviar los síntomas gastrointestinales. Observar durante algunas horas.2. No es necesario inducir el vómito.
Más de 5 mg/kg	<ol style="list-style-type: none">1. Vaciar el estómago por inducción del vómito con eméticos. En los pacientes con depresión del reflejo nauseoso por la edad (<6 meses de edad), síndrome de Down o retraso mental severo, se contraindica inducir la emesis y debe realizarse entubación endotraqueal antes del lavado gástrico.2. Administrar por vía oral calcio soluble en cualquier forma (p.ej., leche, gluconato de calcio a 5% o solución de lactato de calcio).3. Ingresar al hospital y permanecer en observación durante algunas horas.
Más de 15 mg/kg	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar de inmediato al hospital.2. Inducir el vómito.3. Iniciar vigilancia cardíaca y estar preparado para las arritmias. Vigilar las ondas T en pico y prolongación de los intervalos QT.4. Administrar por vía intravenosa 10 mL de solución de gluconato de calcio al 10%. Lentamente pueden administrarse dosis adicionales si se desarrollan signos de tetania o prolongación del intervalo QT. Los electrolitos, en especial, el calcio y potasio, deben vigilarse y corregirse según sea necesario.5. Debe conservarse un gasto urinario adecuado, utilizar diuréticos en caso necesario.6. Medidas generales de apoyo para estado de choque.

Fig. 7 Peso promedio según edad: 1 a 2 años=10 kg; 2 a 4 años=15 kg; 4 a 6 años=20 kg; 6 a 8 años= 23 kg.⁵²

⁵² Norman, García. Op. cit., pág. 184.



El tratamiento para este tipo de intoxicación, es precisar la cantidad y la forma de ingestión (tabletas, colutorio, gel, etc.) y provocar el vómito inmediatamente. La administración de leche o antiácidos (retardan la absorción), pueden ayudar pero si se ha sobrepasado la DTP, se debe remitir el paciente al hospital para realizarle un lavado de estómago y la perfusión intravenosa de gluconato cálcico.⁵³

La ingestión de flúor en cantidades excesivas y su exposición a largo plazo, se conoce como **intoxicación crónica**, la cual provoca la fluorosis ósea.⁵⁴

El principal factor que incrementa la posibilidad de padecer fluorosis ósea, corresponde a las altas temperaturas, ocasionando episodios de sed que llevan a la ingesta mayor de agua. Otros factores son: la ingestión de flúor en alimentos, enfermedades de la nutrición y dietas bajas en calcio.⁵⁵

⁵³ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 105.

⁵⁴ Higashida. Op. cit., pág. 188.

⁵⁵ Norman, García. Op. cit., pág. 185.



FLUOROSIS ÓSEA

Fluorosis

Tanto el uso como la concentración excesiva de flúor, ya sea sistémico, tópico o autoaplicable, en prevención y tratamiento de caries en pacientes infantiles, resulta en ingestión y absorción de flúor en la circulación sanguínea, pudiendo afectar la mineralización tanto de los dientes como del hueso que se encuentran en formación, ocasionando un cuadro clínico conocido como **fluorosis**. La fluorosis está relacionada al tiempo y a la dosis.⁵⁶

La fluorosis es una enfermedad que no solo afecta a los dientes, en muchas ocasiones es el primer signo de que la persona ha estado expuesta a niveles elevados de flúor.⁵⁷ Condición que surge del consumo excesivo de un nutriente mineral, se relaciona nutricionalmente con la condición de los dientes y los huesos.⁵⁸

⁵⁶ Escobar. Op. cit., pág. 137.

⁵⁷ Hidalgo, Iliana- Fuentes Gato. Fluorosis dental: no sólo un problema estético. Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas. Dic,15 2007, pág. 1.

⁵⁸ Ib. pág. 6.

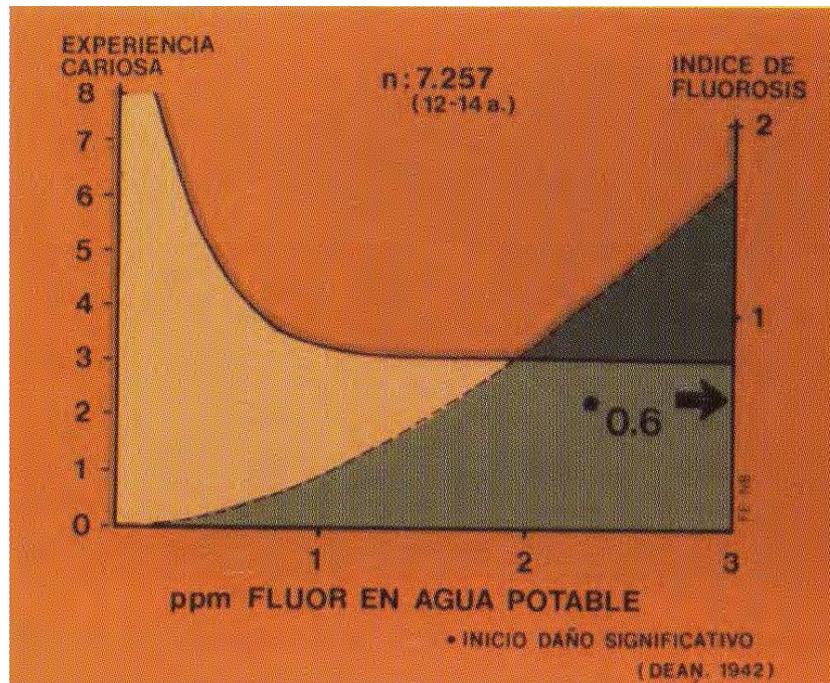


Fig. 8 Indica que a mayor cantidad de flúor, mayor riesgo de fluorosis.⁵⁹

Entre las principales enfermedades ocasionadas por la ingestión prolongada de altas dosis de fluoruro se encuentran: la fluorosis dental, la fluorosis esquelética, deformación de huesos, fracturas (principalmente de cadera), diversos tipos de cáncer y envejecimiento prematuro.⁶⁰

Fluorosis ósea

La fluorosis humana fue descrita por Fiel en 1931 y en 1937 Roholm publicó un documento sobre intoxicación crónica por flúor en personas que estaban expuestas a minerales que lo contienen.⁶¹

⁵⁹ Escobar. Op. cit., pág. 129.

⁶⁰ Hurtado-Jiménez, Roberto; Gardea-Torresdey, Jorge. Estimación de la exposición a fluoruros en Los Altos de Jalisco, México. *Salud Pública de México*. 2005; 47 pág. 59.

⁶¹ Rivera. Art. cit., pág. 279.



La fluorosis ósea es un efecto adverso sobre la salud sistémica, causada por el exceso de depósitos de flúor en el tejido mineralizado dentro del organismo por tiempos prolongados. Se le conoce también con el nombre de fluorosis esquelética, se caracteriza por una hipermineralización de los huesos, formación de exostosis y calcificación de ligamentos y cartílagos, esto lleva a deformidades óseas en los casos más graves. Esto sucede cuando las concentraciones del agua sobrepasan las 8-10 ppm.⁶²



Fig. 9 Persona de la India con fluorosis ósea avanzada, presenta deformidades esqueléticas.⁶³

⁶² Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 105.

⁶³ <http://www.fluoridealert.org/fluorosis-india.htm>



La principal causa de esta enfermedad es un prolongado consumo de agua con altos niveles de flúor, de 4 a 15 ppm.⁶⁴ El fluoruro incrementa la cantidad de osteoblastos, aumenta la tasa de formación de hueso e incrementa la actividad sérica de la fosfatasa alcalina.⁶⁵

El sistema óseo se ve involucrado en esta entidad patológica, la intoxicación por flúor produce afecciones por el exceso de calcificación en la región sacro y la porción superior del fémur, esto asociado con problemas de osteoporosis hacen que el paciente este predispuesto a fracturas y deformaciones óseas.⁶⁶ Los huesos son muy densos o escleróticos.

Existen dos tipos de hueso, el cortical y el trabecular o esponjoso. El hueso cortical es más denso y representa el 80% del esqueleto, forma los tallos de los huesos largos y las paredes externas de todos los huesos. El hueso trabecular o esponjoso, es más vascular y contiene más espacios, representa el 95% de los huesos vertebrales y 43% del cuello femoral.⁶⁷

Los síntomas de esta enfermedad tardan aproximadamente 20-40 años en manifestarse (intoxicación crónica). Se presentan anomalías esqueléticas, calcificaciones de los ligamentos, especialmente en la columna vertebral (espondilitis deformante), en donde los tendones unen los músculos con los huesos (deterioro de músculos) y en áreas intraóseas (antebrazo), existe dolor de espalda y rigidez, también presente en las articulaciones y deformidades neurológicas (mielopatía).⁶⁸ En su forma grave causa cifosis agobiante e invalidez.

⁶⁴ Rivera Art. cit., pág. 279.

⁶⁵ Norman, García. Op. cit., pp. 146- 147.

⁶⁶ Rivas. Art. Cit., pág. 226.

⁶⁷ Norman, García. Op. cit., pág. 147.

⁶⁸ Hidalgo. Art. cit., pág. 8.



Se caracteriza por un aumento exagerado de la mineralización ósea, exostosis, y estrechamiento de los agujeros de conjunción. Estos padecimientos son más frecuentes en la columna vertebral, en donde se puede presentar xifosis, deformaciones en cadera y rodilla. Cuando se calcifican los cartílagos, el funcionamiento del tórax y el estrechamiento de los agujeros de conjunción se ven afectados, la compresión de las raíces de los nervios espinales o raquídeos ocasiona dolor, disminución de la sensibilidad y alteraciones en el movimiento. La fluorosis ósea tiene consecuencias a corto, mediano y largo plazo.

Roholm, referido por Higashida⁶⁹, menciona que al realizar estudios radiográficos, encontró que en un principio de la enfermedad aumenta la densidad de las trabéculas del hueso y hay calcificación en las inserciones musculares. En un grado mayor, aumenta la densidad de la estructura ósea y se pierde el contorno definido de los huesos. Cuando avanza la fluorosis esquelética, se llegan a perder los detalles del tejido óseo, observándose como una sombra difusa de color blanco mármol. En otras ocasiones se llegan a presentar alteraciones hepáticas y renales.

La fluorosis ósea es endémica de las regiones del mundo con altos niveles de fluoruro en el agua (hasta 18 mg/L en 15 estados de la India), y en zonas con climas secos por el alto consumo de agua. Los países que presentan más casos de fluorosis ósea son la India y China.⁷⁰ La prevalencia de fluorosis ósea en Rajasthan, India, va desde el 33,8-39%, donde la concentración de flúor varía entre 3,2 y 4 mg/l.⁷¹

⁶⁹ Higashida. Op. cit., pág. 188.

⁷⁰ <http://www.fluoridealert.org/fluorosis-imdia.htm>

⁷¹ Hurtado, Gardea. Art. cit., pág. 62.



El fluoruro realiza una acción mitogénica sobre los osteoblastos y se le atribuye una posible relación en la incidencia de osteosarcoma. Existe una alta hipersensibilidad de la piel en personas que habitan las regiones consideradas endémicas.⁷²

Las poblaciones más afectadas por fluorosis ósea son las que se encuentran en lugares geográficos con alto contenido de flúor natural en el agua como por ejemplo: África del Este (2 800 ppm), Sudáfrica (58 ppm), Checoslovaquia (28 ppm), Portugal (23 ppm), India (20 ppm), Estados Unidos (16 ppm) y Australia (13 ppm). Las personas que trabajan con minerales y en industrias de productos fluorados (inhalación), también se encuentran expuestas a padecer fluorosis ósea.

Las principales ciudades mexicanas donde el agua potable tiene un exceso de flúor son: Aguascalientes, Chihuahua, Durango, Hermosillo, Salamanca y San Luis Potosí, donde la principal fuente de suministro de agua potable es subterránea, que en muchos casos es de origen hidrotermal.⁷³

Se ha descrito en niños y jóvenes que viven en zonas con agua fluorada y que tienen ingestiones diarias moderadas de 2.6 ppm (Sudáfrica), osteopatías y deformidades óseas de las extremidades inferiores, que incluso podrían comenzar en el feto; por una fluorosis leve en 25-28% de niños entre 11 y 13 años.⁷⁴

⁷² Rivas. Art. cit., pág. 226.

⁷³ Hurtado, Gardea. Art. cit., pág. 59.

⁷⁴ Rivera. Art. cit., pág. 279.



Un estudio realizado en la ciudad de Durango, donde la concentración de flúor en el agua potable varía de 1,5-16 mg/l, muestra una relación entre la frecuencia de fracturas óseas en niños y adultos, y la severidad de la fluorosis dental. La prevalencia de fracturas óseas es del 30%, en personas de 13 a 60 años que durante 9 años consumieron agua con concentraciones de flúor de 1,5-8,5 mg/l.⁷⁵

El estudio radiográfico ayuda en el diagnóstico de fluorosis ósea, para identificar los cambios esqueléticos, especialmente en epífisis de huesos largos, calota, pelvis y columna vertebral. Los primeros cambios óseos en manifestarse son de los antebrazos y se caracterizan por un aumento en la densidad del hueso. Cabe recalcar que las manifestaciones clínicas son diferentes en cada individuo.

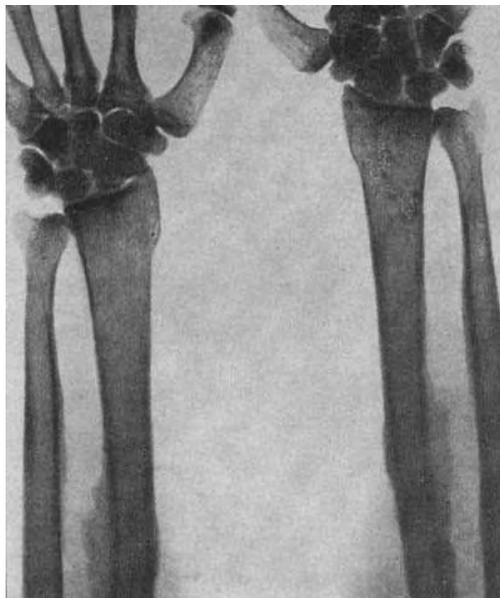


Fig. 10 Radiografía de los antebrazos de una persona con fluorosis esquelética, se evidencia una mayor densidad ósea y calcificación entre el radio y el cubito.⁷⁶

⁷⁵ Hurtado, Gardea. Art. cit., pág. 62.

⁷⁶ <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073sOp.htm#TopofPage>



Radiográficamente se demuestra que existe un incremento de la densidad del hueso trabecular de las vértebras hasta en un 35% en un periodo de cuatro años, pero al mismo tiempo en que el fluoruro incrementa la densidad del hueso trabecular, puede disminuir la del hueso cortical.⁷⁷

El diagnóstico de fluorosis ósea se hace con contenidos de flúor en el polvo del hueso, que varían de 3000 y 7200 ppm.⁷⁸

El uso de flúor en mujeres posmenopáusicas produce un aumento de la densidad ósea, que se observa en la toma de radiografías y densitometría ósea, no reduce la frecuencia de fracturas, causa problemas gastrointestinales y dolores en las extremidades inferiores.⁷⁹

⁷⁷ Norman, García. Op. cit., pág. 147.

⁷⁸ Ib. pág. 278.

⁷⁹ Ib. pág. 281.



INTERACCIÓN DEL FLÚOR CON OTROS SISTEMAS

Sistema renal. Los riñones son los encargados de retirar el fluoruro de la sangre y las células renales son las que concentran la orina, por lo cual están expuestas a grandes concentraciones de flúor.⁸⁰ Estudios en animales han demostrado que cuando se presentan concentraciones altas de fluoruro se ocasiona necrosis en los túbulos renales, nefritis y toxicidad renal.

Digestivo. Se produce desde irritación estomacal hasta gastritis, náuseas, vómito, dolor abdominal, estreñimiento, hipersalivación y diarrea.^{81,82}

Reproductivo. Afecta a los hombres generalmente, provocando dilatación de los túbulos seminíferos y reducción del número de espermatozoides maduros. Se reducen los niveles de testosterona sérica.

Sistema nervioso central. Son secundarios a las alteraciones esqueléticas. Puede presentarse radiculitis por compresión, defectos sensoriales y síndromes dolorosos. Se presenta más en mujeres, existe una reducción del tamaño y número de las neuronas. Convulsiones, mielopatía cervical (estrechez del agujero de conjunción), compromiso de los pares craneales (obstrucción centrípeta de los agujeros de salida) y coma.⁸³

Cardiovascular. Arritmias cardíacas.⁸⁴

⁸⁰ Ib. pág. 147.

⁸¹ Rivas. Art. cit., pág. 226.

⁸² Rivera. Art. cit., pág. 279.

⁸³ Ib. pp. 279-280.

⁸⁴ Ibid.



Otros. Anemia, miocárdicos (degeneración coloide difusa, hiperemia y pequeñas hemorragias), tiroideos (hipertiroidismo o hipotiroidismo por interferencia en el metabolismo del yodo).⁸⁵

Actualmente se están realizando estudios para demostrar la relación entre el exceso de fluoruro y las mutaciones producidas por la inhibición de proteínas del DNA.⁸⁶ También se discute si el flúor tiene efectos mutagénicos en el feto al ser administrado en dosis profilácticas en la madre gestante.⁸⁷

Cuenca, Manau y Serra mencionan que la placenta se había considerado como una barrera que impide el paso de flúor al feto; se le ha atribuido como reguladora de las concentraciones fetales de flúor. Actualmente se afirma que las concentraciones de flúor en la sangre del cordón umbilical son del 75% de las concentraciones en la sangre materna y que el flúor que pasa al feto se capta rápidamente por los huesos y dientes en proceso de calcificación del feto.⁸⁸

Se realizaron estudios por el Departamento de Salud del Reino Unido, investigando los efectos benéficos y adversos de la fluoración del agua potable. Hay muy poca evidencia sobre los efectos adversos en los seres humanos que se ocasionan con los altos niveles de flúor en el agua, como fracturas de huesos y cáncer, aparte del efecto más conocido que es la fluorosis dental.

⁸⁵ Ib. pág. 279.

⁸⁶ Rivas. Art. cit., pág. 226.

⁸⁷ Rivera. Art. cit., pág. 280.

⁸⁸ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 96.



Existe otro efecto que se está estudiando actualmente, el Síndrome de Down, la evidencia de una asociación entre el nivel de flúor del agua y la incidencia de síndrome de Down no es concluyente todavía.⁸⁹

Las fracturas espontáneas no son raras en los niños con una fluorosis, se dan principalmente en los huesos largos y caderas (zonas preferentemente afectadas), en estas áreas se detecta radiográficamente, el aumento de la densidad ósea.

Rivera menciona que con la actividad física aumenta la aparición de fluorosis ósea, [...] especialmente en la columna cervical. La afección de la columna lumbar se mantiene largo tiempo asintomática debido al gran calibre del canal radicular en este segmento y la columna dorsal se afecta con menor frecuencia.⁹⁰

⁸⁹ Whiting, Penny; McDonagh, Marian; Kleijnen, Jos. Association of Down's syndrome and water fluoride level: a systematic review of the evidence *BMC Public Health*. 2001 1:6 pp.1,8.

⁹⁰ Rivera. Art. cit., pág. 280.



Fig. 11 Este niño de 10 años de edad de Jhabua, India tiene las piernas deformadas por la fluorosis.⁹¹

Entre los factores de riesgo se pueden encontrar, administración profiláctica por largo tiempo, ingestión de dosis excesivas y el crecimiento, en este caso, los niños están más expuestos y son los más afectados.

Los niños tienen más riesgo de fluorosis esquelética, por que están en crecimiento, son lábiles desde el punto de vista nutricional, a ellos se dirige la terapia profiláctica de caries dentales, tienen fácil acceso a sustancias tóxicas fluoradas, [...] no se hacen diferencias en el contenido de flúor entre productos destinados a niños y adultos, como pastas dentales, donde puede ser muy alto (0,8 a 1,2 mg%).⁹²

⁹¹ <http://www.drinking-water.org/assets/181x/00000380.jpg>

⁹² Rivera. Art. cit., pág. 281.



MEDIDAS PREVENTIVAS

La biodisponibilidad del flúor, cuando es ingerido, varía si la ingestión ocurre en ayunas o después de comidas. Cuando se ingiere pasta dentífrica la absorción es del 100%, reduciéndose a 60-70% si la ingesta ocurre después de comer; por eso lavarse los dientes después de comer resulta desde este punto de vista, en protección especialmente en niños pequeños.

Las medidas preventivas más eficaces para evitar una intoxicación aguda se basa en una correcta educación sanitaria de los padres en la utilización de compuestos fluorados, y que no se dejen al alcance de los niños menores de 6 años preparados con flúor.

El odontólogo debe estar consciente de la importancia de conocer las concentraciones y el contenido real de ion flúor en los fluoruros de uso dental, por ello es necesario revisar la relación de dosis tóxica probable, en productos utilizados con más frecuencia en nuestro medio.⁹³

⁹³ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 105.



Forma	Contenido		Concentración de F ⁻		Cantidad de producto y de flúor utilizado habitualmente		Dosis tóxica probable	
	Compuesto	%	%	ppm	Producto	Flúor	1 año ^a	6 años ^b
Colutorio	FNa	0,05	0,023	230	10 ml	2,3 mg	215 ml	430 ml
	FNa	0,20	0,091	910	10 ml	9,1 mg	55 ml	110 ml
	F ₂ Sn	0,40	0,097	970	10 ml	9,7 mg	50 ml	100 ml
Dentífrico	FNa	0,22	0,10	1.000	1 g	1 mg	50 g	100 g
	MFP	0,76	0,10	1.000	1 g	1 mg	50 g	100 g
	MFP	1,14	0,15	1.500	1 g	1,5 mg	33 g	66 g
Gel o solución tópica	APF	2,72	1,23	12.300	5 ml	61,5 mg	4 ml	8 ml
	F ₂ Sn	0,40	0,097	970	1 ml	0,97 mg	50 ml	100 ml
	F ₂ Sn	8,00	1,94	19.400	1 ml	19,4 mg	2,5 ml	5 ml
Tabletas	FNa	0,25 mg			1/día	0,25 mg	200 tabletas	400 tabletas
	FNa	1 mg			1/día	1 mg	50 tabletas	100 tabletas

^aReferido a un niño de 10 kg de peso.

^bReferido a un niño de 20 kg de peso.

FNa, fluoruro de sodio; F₂Sn, fluoruro de estano; MFP, monofluorofosfato de sodio; APF, fluorurofosfato acidulado.

Fig. 12 Dosis tóxica probable para diferentes preparados de flúor presentes en el mercado.⁹⁴

⁹⁴ Ib. pág. 106.



Existe un riesgo de toxicidad, que depende de la dosis. Por tal motivo, los profesionales en la salud bucal deben de controlar y recomendar el uso del flúor. Se debe recomendar el no tener en casa cajas con tabletas o frascos grandes con solución de flúor para enjuagatorios y supervisar su uso por los niños.⁹⁵ Establecer recomendaciones adecuadas en la utilización del flúor y prevenir la fluorosis ósea.⁹⁶

Tanto la facilidad de las personas para inducir el vómito, la ingestión anterior de los alimentos que neutralicen la absorción del flúor, la naturaleza y los compuestos fluorados ingeridos y la capacidad de respuesta individual del metabolismo de cada persona, son elementos que nos ayudan a comprender las diferencias en cuanto a la letalidad de las dosis ingeridas.⁹⁷

Una parte importante de la población que presenta consumo de agua proveniente de pozos, está expuesta a fluorosis esquelética y a fracturas óseas. Para reducir los riesgos de presentar esta entidad patológica, se debe evitar el consumo de sal fluorada, el uso de pastas dentífricas con flúor y de agua potable cuya concentración de fluoruros sea mayor de 0,7 mg/l.

Se han realizados estudios en los Altos de Jalisco, donde la población consume agua potable con una concentración de flúor de 4 mg/l y aunque no hay reportes de prevalencia de fluorosis esquelética, sin lugar a duda existen comunidades que están expuestas a enfermedades fluoróticas severas como son: fluorosis ósea, fracturas, cáncer, trastornos gastrointestinales y alteraciones renales.⁹⁸

⁹⁵ Escobar. Op. cit., pág. 138.

⁹⁶ Rivera. Art. cit., pág. 278.

⁹⁷ Cuenca, Manau, Serra. Op. cit., pág. 104.

⁹⁸ Hurtado, Gardea. Art. cit., pp. 58, 62.



Actualmente se presentan más casos de fluorosis dental en los estados de México que no estaban dentro de las zonas endémicas para esta entidad patológica, como lo son: comunidades de Querétaro, Estado de México, Hidalgo, entre otras; lo que refiere que este problema se está expandiendo cada vez más, aunado a que se debe tener en consideración que la fluorosis dental es la primer consecuencia visible ante una intoxicación crónica por flúor.^{99, 100}

La sobreexplotación de mantos acuíferos que abastecen a varias ciudades de México, presenta la necesidad de obtener el agua potable de pozos cada vez más profundos. Esto ha dado lugar a que la concentración de fluoruro aumente debido a la precipitación de este ion en las profundidades de las fuentes del suministro de agua que abastece a la población. El hervir el agua de consumo, preparar alimentos con agua contaminada y consumir bebidas embotelladas sin un adecuado control de sales de fluoruro, elevan en un 60 a 70% la concentración del flúor, lo que significa un riesgo para el desarrollo de fluorosis dental y ósea.¹⁰¹

⁹⁹ Sánchez-García, Sergio; Pontigo-Loyola, América.; Heredia-Ponce, Erika; Ugalde-Arellano, J. Antonio. Fluorosis dental en adolescentes de tres comunidades del estado de Querétaro. *Revista Mexicana de Pediatría*. Vol. 71: 1 2004, pág. 9.

¹⁰⁰ Molina Frechero, Nelly; Castañeda Castaneira, Raúl E.; Hernández Guerrero, J. Carlos; Robles Pinto, Guadalupe. Prevalencia de fluorosis dental en escolares de una delegación política de la Ciudad de México. *Revista Mexicana de Pediatría*. Vol. 72: 1 2005, pp. 13-14.

¹⁰¹ Loyola-Rodríguez, J. Pablo; Hernández-Guerrero, J. Carlos; Pozos-Guillén, Amaury de J.; Hernández-Sierra, J. Francisco. Fluorosis en dentición temporal en un área con hidrofluorosis endémica. *Salud Pública de México*. 2000, 42 pp. 198-199.



CONCLUSIONES

La ingestión prolongada de flúor puede ocasionar fluorosis esquelética, donde se pueden afectar dentadura, tejidos óseos y secundariamente sistema nervioso central. Existen factores de riesgo como son: crecimiento, exposición previa al flúor, desnutrición, ayuno y pH urinario ácido; estos aumentan la retención del flúor en el organismo.

En la exposición subaguda crónica se detectan cambios esqueléticos (epífisis de huesos largos, calota y columna cervical). Al prescribir fluoruro se debe considerar la relación de costo beneficio considerando que existe una mayor susceptibilidad de fluorosis esquelética en niños, teratogenicidad y factores de riesgo.

Parece conveniente no sólo estar preparado para diagnosticar precozmente las intoxicaciones agudas, sino también realizar medidas de prevención controlando adecuadamente el uso de compuestos fluorados.

Es importante investigar la magnitud del problema, la necesidad real de flúor poblacional, las concentraciones de flúor en medicamentos, pastas dentales, aguas, alimentos, antes de decidir la fluoración de las aguas.

Conviene reevaluar, con investigaciones apropiadas, las verdaderas necesidades de flúor de nuestra población en las distintas regiones del país, con debida consideración a todos los factores involucrados, incluyendo contenido de flúor en el agua, aporte en la dieta, en medicamentos sistémicos y tópicos, en el embarazo y otros.



Es necesario evaluar individualmente a cada persona antes de prescribir productos fluorados. Es indispensable que los profesionales que ofrecen acciones de salud estén alertas para identificar oportunamente casos de intoxicación por flúor y acentuar las medidas de seguridad para evitar intoxicaciones con compuestos fluorados en el hogar.



BIBLIOGRAFÍA

Cuenca Sala, Emili; Manau Navarro, Carolina; Serra Majem, Luis. Odontología Preventiva y comunitaria. Principios, métodos y aplicaciones. 2ª. ed. Barcelona España. Masson. 2004, 420 pp.

Escobar Muñoz, Fernando Odontología Pediátrica, 2ª. ed. Caracas-Venezuela Actualidades Médico Odontológicas-Latinoamericana. 2004, 534 pp.

Hidalgo, Iliana- Fuentes Gato. Fluorosis dental: no sólo un problema estético. Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas. Dic 15 2007, 1-12
http://www.bvs.sld.cu/revistas/est/vol44_4_07/est14407.htm

Higashida, Bertha Odontología Preventiva, México, Mc Graw-Hill 2000, 304 pp.

Hurtado-Jiménez, Roberto; Gardea-Torresdey, Jorge. Estimación de la exposición a fluoruros en Los Altos de Jalisco, México. *Salud Pública de México* 2005, Enero-Febrero 47: 58-63

<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073sOp.htm#TopofPage>

<http://www.fluoridealert.org/fluorosis-india.htm>

<http://www.caballerodental.com/saforide.html>



Loyola-Rodríguez, J. Pablo; Hernández-Guerrero, J. Carlos; Pozos-Guillén, Amaury de J.; Hernández-Sierra, J. Francisco. Fluorosis en dentición temporal en un área con hidrofluorosis endémica. *Salud Pública de México*. 2000, 42: 194-200

Molina Frechero, Nelly; Castañeda Castaneira, Raúl E.; Hernández Guerrero, J. Carlos; Robles Pinto, Guadalupe. Prevalencia de fluorosis dental en escolares de una delegación política de la Ciudad de México. *Revista Mexicana de Pediatría*. Vol. 72: 1 Enero-Febrero 2005, 13-16

Norman O, Harris; García, Franklin. Odontología preventiva primaria. México, Manual Moderno, 2001, 508 pp.

Rivas Gutiérrez, Jesús, Huerta Vega, Leticia, Fluorosis dental: Metabolismo, distribución y absorción del fluoruro Vol. LXII N. 6 Nov-Dic 2005, *Revista ADM*. 225-229.

Rivera S y cols. Flúor: potenciales efectos adversos. *Revista Chilena Pediatría* 64 (4); 1993, 278- 283.

Sánchez-García, Sergio; Pontigo-Loyola, América.; Heredia-Ponce, Erika; Ugalde-Arellano, J. Antonio. Fluorosis dental en adolescentes de tres comunidades del estado de Querétaro. *Revista Mexicana de Pediatría*. Vol. 71: 1 Enero- Febrero 2004, 5-9

voces.ahuce.org/n3/DI_archivos/prevenc.jpg



Whiting, Penny; McDonagh, Marian; Kleijnen, Jos. Association of Down's syndrome and water fluoride level: a systematic review of the evidence
BMC Public Health 24 July 2001, 1:6 1-8

www.biomedcentral.com/1471-2458/1/6

www.drinking-water.org/assets/181x/00000380.jpg