



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR ALTO PROMEDIO (TAP)

EL USO DEL FLUORURO COMO ELEMENTO PREVENTIVO

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A

RAQUEL RUIZ AGUILAR

TUTORA: MTRA. MIRIAM ORTEGA MALDONADO

MÉXICO, D.F.

2015



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.

Agradezco profundamente el apoyo ofrecido en esta etapa de mi vida a mis
padres, y a mi hermano.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Fluoruro	1
3. Fluoruro. Mecanismo de acción	2
4. Metabolismo del fluoruro.....	3
4.1. Absorción	4
4.2. Distribución	4
4.3. Excreción	5
5. Fluoración. Uso racional del fluoruro	6
5.1. Fluoruros de administración sistémica	7
5.2. Efectos de la administración sistémica del flúor en la infancia	11
5.3. Fluoruros tópicos	12
5.3.1.1. Presentaciones de los fluoruros tópicos	13
6. Uso preventivo del fluoruro en Odontología en México	14
6.1. Fluoruros sistémicos	14
6.2. Fluoruros tópicos	16
6.2.1.1. Fluoruros de aplicación profesional	16
6.2.1.2. Fluoruros de autoaplicación o de uso doméstico	18
7. Sobreuso del fluoruro	20
8. Toxicidad y efectos adversos	21
8.1. Toxicidad aguda	22
8.2. Toxicidad crónica	24
8.2.1.1. Fluorosis	24
8.2.1.1.1. Características de la fluorosis	25
8.2.1.1.2. Índice de Dean	26
8.2.1.2. Otros efectos tóxicos del fluoruro	29
8.2.1.3. Neurotoxicidad.....	30
9. Conclusión	31
10. Referencias	32

EL USO DEL FLUORURO COMO ELEMENTO PREVENTIVO

Introducción

La caries dental ha sido y sigue siendo un problema de salud pública en todo el mundo, pero principalmente para países en desarrollo y poblaciones desfavorecidas o marginadas.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), la caries dental junto con las periodontopatías son las enfermedades bucodentales más comunes. Recientemente se ha publicado una visión global de la salud bucal, que incluye una descripción del enfoque del Programa de Salud Oral de la OMS para la promoción de nuevas mejoras en la salud bucal durante el siglo XXI. Según este informe, la caries dental sigue representando un importante problema de salud pública en los países más desarrollados, donde afecta a un 60-90% de los escolares y la gran mayoría de los adultos⁽¹⁾.

Anteriormente la forma de combatir esta enfermedad era tratándola, realizando restauraciones o extracciones dentales. Actualmente, la prevención es la manera de atacar las enfermedades y en este caso la caries. Esto se ha logrado mediante la utilización y aplicación del fluoruro.

Por lo anterior, el propósito del trabajo es proporcionar información respecto al uso, sobreuso y toxicidad del fluoruro.

FLUORURO

Según la OMS, el fluoruro es el único agente eficaz para la prevención de la caries suministrado a través del abastecimiento del agua, teniendo efecto positivo en todos los habitantes de una región con independencia del nivel socioeconómico. El flúor pertenece junto con el cloro, bromo y yodo al grupo de los halógenos, es un elemento de bajo peso atómico y electronegativo. Es el elemento puro que presenta mayor

actividad química ^(2,3). El ión flúor (F^-), también llamado fluoruro, es la forma iónica del elemento flúor, con efecto preventivo contra la caries dental. El F^- puede surgir de sales como el fluoruro de sodio (NaF), del fluorsilicato de sodio (Na_2SiF_6), del ácido fluorsilícico (H_2SiF_6) o del ión monofluorofosfato (FPO_3^{2-} , proveniente de la sal Na_2FPO_3)⁽⁴⁾.

FLUORURO. MECANISMO DE ACCIÓN

El fluoruro que ingerimos procede de la dieta, o erróneamente de la realización de una profilaxis, estando presente fundamentalmente en las aguas de bebida y también en los alimentos en pequeñas cantidades, exceptuando algunos casos como pueden ser el té, pescados o los que proceden de zonas de cultivos ricos en flúor (aguas de pozo, aguas minerales o vinos de zonas volcánicas ⁽²⁾.

El uso de fluoruros ha sido considerado la principal razón para la reducción de caries observada a nivel mundial durante las últimas dos o tres décadas⁽⁴⁾. La intensa investigación epidemiológica y de laboratorios sobre el mecanismo de acción del flúor en la prevención de caries indica que el efecto predominante del flúor es tópico, lo cual ocurre principalmente al estimular la remineralización de las lesiones incipientes y la reducción de la desmineralización del esmalte sano. Por otro lado, a pesar de que el efecto del fluoruro es local, muchos de sus métodos de utilización exponen sistémicamente al individuo al ión, ocasionando reacciones de toxicidad. Siendo así, es necesario el conocimiento del mecanismo de acción del fluoruro y de su metabolismo en el organismo para su adecuada indicación, objetivando maximizar los beneficios y minimizar los riesgos de su uso^(4, 5, 6).

Para que los fluoruros tengan una acción adecuada se requiere de una exposición de por vida para prevenir la caries. Cuando la remineralización tiene lugar en presencia de fluoruro, el esmalte reconstruido es más resistente a la caries que el mineral original, y este efecto se evidencia incluso con concentraciones de fluoruro muy bajas (menos de 0,1 ppm) en la fase líquida que circunda la matriz del esmalte⁽⁴⁾.

Los fluoruros actúan sobre la vía glucolítica de los microorganismos orales reduciendo la producción de ácidos e interfiriendo en la regulación enzimática del metabolismo de carbohidratos. Este efecto reduce la acumulación de polisacáridos intra y extracelulares (es decir, la formación de la placa) ⁽⁴⁾.

- Vía sistémica:

- Acción sobre la hidroxiapatita:

En la fase pre-eruptiva la adición de flúor aumenta la concentración de ese ión en la malla cristalina, sustituyendo en los cristales del esmalte algunos defectos y deficiencias de los iones de calcio e hidroxilo, lo que produce el crecimiento de cristales de flúor apatita. El flúor desplaza al ión hidroxilo de la molécula de

apatita y ocupa su lugar. Como resultado, hay mayor riqueza del esmalte en cristales fluorados, re-estructurando los cristales de hidroxiapatita. También se forma fluorhidroxiapatita⁽⁷⁾.

En la etapa pos-eruptiva, la acción del flúor como componente de la saliva y fluidos gingivales favorece la maduración del esmalte. Este periodo de maduración puede durar aproximadamente dos años. El máximo valor para la cristalinidad del esmalte se logra después de la erupción dental. Durante esta fase de depósito mineral una considerable cantidad de fluoruro es incorporada en la capa sub-superficial del esmalte, brindando una mayor resistencia al proceso de desmineralización producido por los ácidos bacterianos⁽⁷⁾.

- Vía tópica :

El flúor se incorpora al esmalte superficial post-eruptivamente desde el ambiente bucal, pero este depósito se restringe a la sub-superficie⁽⁷⁾.

- Promueve la remineralización: El flúor evita la desmineralización del esmalte a través de dos procesos: el esmalte con proporción alta de flúor apatita o fluorhidroxiapatita es menos soluble en ácido que cuando contiene solo hidroxiapatita; la concentración alta de flúor en los fluidos orales hace más difícil la disolución de la apatita del esmalte. Pero si a pesar de todo se produce desmineralización del esmalte por caída del pH en presencia de flúor, los iones se difunden a partir de la disolución de hidroxiapatita, se combinan con el flúor y forman una capa superficial mineralizada de fluorapatita o fluorhidroxiapatita, con lo cual ocurre la remineralización⁽⁷⁾.

METABOLISMO DE FUORURO

Es esencial el conocimiento de este ión, pues algunos métodos como, por ejemplo, la incorporación de F^- en el tratamiento del agua de abastecimiento público utilizan la ingestión del fluoruro como una opción de mantener su presencia constante en la cavidad bucal. En el pasado, el conocimiento del metabolismo del F^- se usaba para garantizar que todo el F^- ingerido fuera absorbido e incorporado en el esmalte. En la actualidad, este conocimiento se está empleando tanto para garantizar la seguridad del uso de fluoruro como para explicar su mecanismo de acción⁽⁴⁾.(Fig.1).

Absorción

La principal vía de absorción es el tubo digestivo, aunque también se puede dar por vías respiratorias debido a la contaminación industrial. Al ingerirse, es rápidamente absorbido; el 90% del total se encuentra en la sangre, después de 30-45 minutos, de modo que la concentración máxima en el plasma generalmente se produce en el curso de 30-60 minutos^(4, 8).

Algunos factores interfieren con la absorción gastrointestinal del F^- , como la presencia de cationes Ca^{++} , Al^{3+} y Mg^{++} , debido a la formación de sales de baja solubilidad. Otro factor relevante es la simple presencia de alimento en el estómago, pues el bolo alimenticio disminuye el acceso de fluoruro a la mucosa gástrica, limitando la absorción. Por lo tanto, si el F^- es ingerido después del desayuno, la absorción será un 30% menor con el estómago vacío, hecho que debe ser considerado cuando se den recomendaciones y se considere el riesgo del uso de dentífricos en niños⁽⁴⁾.

Otra aplicación del conocimiento del metabolismo es la que se refiere a la toxicidad aguda producida por ingestión de grandes cantidades de F^- de una sola vez. Cuando ello ocurre deben adoptarse medidas para reducir la absorción gastrointestinal de F^- , como por ejemplo provocar el vómito o ingerir Ca^{++} . Sin embargo, estas medidas sólo tendrán efecto si son tomadas en un tiempo inferior a 30 minutos de la ocurrencia, pues la absorción es rápida⁽⁴⁾.

Distribución

Una vez absorbido el fluoruro es distribuido sistémicamente, por medio de la sangre (plasma sanguíneo) y durante el embarazo el feto es pasivamente expuesto al fluoruro. El F^- prenatal es ineficaz por que el mecanismo de acción para la prevención de caries no es sistémico; lo incorporado en el esmalte del feto resulta inocuo si después del nacimiento el niño no hiciera uso de algún tipo de F^- . Por otro lado, el efecto sistémico del F^- prenatal podría aumentar el riesgo de fluorosis dental en el niño⁽⁴⁾.

A partir del plasma, el F^- absorbido se distribuye a todo el organismo: llega, por ejemplo, a las glándulas salivales y retorna a la cavidad bucal por la saliva, garantizando de esta manera su permanencia constante en el medio bucal. Siendo así, individuos expuestos sistémicamente al fluoruro presentarán durante casi todo el día, una concentración de fluoruro en la saliva mayor que la de los individuos no expuestos a este tipo de métodos, garantizando así el efecto preventivo. Los huesos son los mayores responsables del F^- de la sangre. Así, cerca del 99% del fluoruro presente en el organismo está asociado al tejido óseo. Eso ocurre debido a la afinidad del F^- a la

hidroxiapatita $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$; lo que da como resultado cierto porcentaje de fluorapatita o apatita fluorada $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2]$ ⁽⁴⁾.

La incorporación de F^- en los tejidos mineralizados es tan significativa que la cantidad de F^- retenido en el organismo, por la incorporación en esos tejidos, tiene relación inversamente proporcional a la edad del individuo. Así, en individuos jóvenes la alta actividad de formación y remodelación ósea garantiza una mayor disponibilidad de tejidos mineralizados para la incorporación del F^- . Lo inverso ocurre en los adultos quienes excretan gran parte del F^- ingerido y retienen en los huesos una porción menor. La remoción del F^- del plasma hacia los tejidos mineralizados del niño puede ayudar a explicar la menor prevalencia y la severidad de la fluorosis en dientes primarios, teniendo en cuenta la formación precoz de esos dientes, en una fase donde la captura del F^- para los huesos es mayor. Esto explicaría por qué la fluorosis dental es mayor en los premolares; estos se forman durante un periodo en el que la concentración de F^- en la sangre es mayor y consecuentemente en los líquidos tisulares debido no sólo a la menor capacidad del hueso de remover el F^- de la sangre, sino también a su mayor concentración en el subcomponente periférico ⁽⁴⁾.

A partir de los huesos, parte del F^- puede ser movilizado nuevamente hacia la corriente sanguínea, durante la constante remodelación ósea. De esta forma, la concentración del F^- excretado por la saliva también se mantiene constante. Éste es el principal mecanismo de prevención de caries obtenido por los métodos que utilizan la exposición sistémica al ión, como la incorporación del fluoruro al agua de abastecimiento público. Sin embargo, si la ingestión del F^- es interrumpida por más de siete días, el reservorio del F^- del subcomponente renovable se agota. Por este motivo el efecto preventivo de la fluoración del agua se mantiene durante el periodo de ingestión ⁽⁴⁾.

Excreción

El F^- absorbido pero no incorporado en los tejidos mineralizados se excreta y la principal vía de excreción es la filtración en los riñones, y por vía fecal se elimina no más de 19% del F^- ingerido, siendo el porcentaje de F^- excretado por sudor muy pequeño ^(4, 9). La excreción renal también es influenciada por el pH. Cuando el pH de la orina es más ácido, hay mayor concentración de fluoruro, que acaba por ser reabsorbido en los túbulos renales y retornar nuevamente a la corriente sanguínea. Lo inverso ocurre cuando el pH de la orina es más alcalino, se favorece la excreción. Esto es importante cuando se piensa en la toxicidad del F^- ⁽⁴⁾.

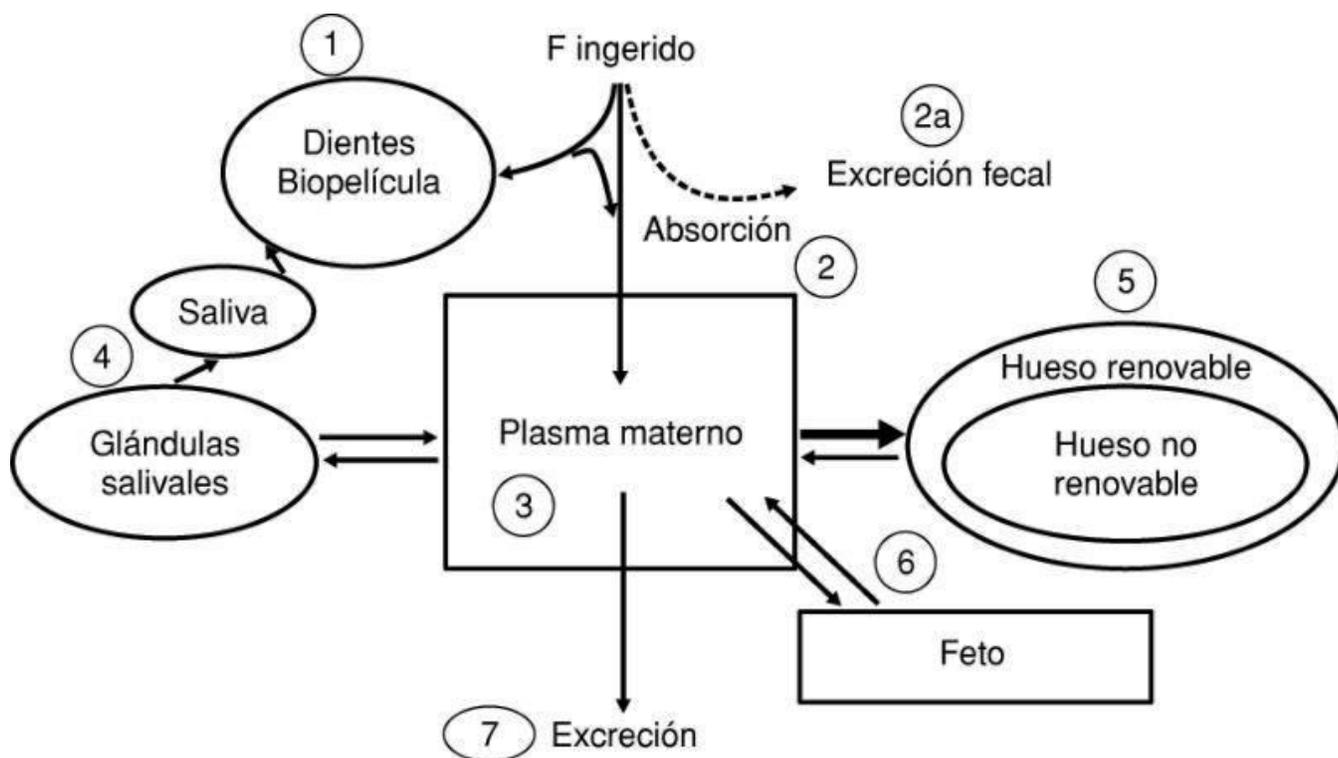


Fig.1. Esquema de la distribución del fluoruro a partir de la ingestión. 1. Al pasar por la cavidad bucal, parte del F^- queda retenido en “reservorios” bucales. 2. Luego de la absorción gastrointestinal, el F^- pasa al plasma (3), componente central desde donde se distribuye hacia los tejidos. El F^- no absorbido se excreta a través de las heces (2^a). 4. Al pasar del plasma hacia los tejidos blandos, el F^- puede retornar a la cavidad bucal a través de la secreción salival y el fluido gingival. 5. El hueso renovable es el principal reservorio de F^- en el organismo: incorpora gran parte del F^- ingerido y permite su retorno al plasma durante la remodelación ósea. 6. Si se trata de una gestante, el F^- disponible en el plasma pasará libremente a los tejidos fetales. 7. La principal vía de excreción del F^- presente en el plasma es a través de la filtración en los riñones⁽⁴⁾.

USO RACIONAL DEL FLUORURO (FLUORACIÓN)

La fluoruración consiste en adicionar a un vehículo flúor a una concentración óptima para la prevención de la caries. Las estrategias utilizadas para la fluoruración han sido: el agua, la sal y la leche⁽⁷⁾.

Fluoruros de administración sistémica

Pocos países en desarrollo cuentan con programas de fluoración a gran escala en la operación. Algunos países de América Latina han introducido agua y fluoración de la sal, pero la exposición al fluoruro es todavía bastante limitada. En China, mientras que el uso de pasta dental con fluoruro es cada vez más común, su uso no es la norma, incluso entre aquellos que cepillarse dos veces al día, y es más probable que se utilicen en las zonas urbanas que en las comunidades rurales⁽¹⁰⁾.

Actualmente el efecto cariostático del flúor sistémico en los dientes no erupcionados e ingerido durante la mineralización del esmalte está en discusión, aunque se acepte su validez; si bien es cierto que se valora menos su utilidad, especialmente en países desarrollados y con riesgo a caries bajo. Hoy se valora más la importancia del “efecto tópico” del flúor sistémico (presencia en saliva, fluido gingival y crevicular) que su propio “efecto sistémico”. La aplicación sistémica de flúor se puede realizar a través de la fluoración de las aguas de consumo, la sal, la leche o por la aportación de suplementos fluorados, especialmente preparados farmacéutico⁽¹⁾. (Tabla 1).

La American Dietetic Association indica un límite máximo de fluoruro en el agua de 0,7 mg/L, a partir de la cual no debe adicionarse complementos. La American Academy of Pediatrics, indica los suplementos orales de fluoruro desde los seis meses hasta los 16 años en función del fluoruro del agua de consumo. Sin embargo, en una revisión reciente de la Academia Americana de Dentistas Pediátricos se recomienda una valoración individual del riesgo de caries dental antes de prescribir un suplemento de F-, y en una publicación conjunta con la Academia Americana de Pediatría también se indica que la administración de todas las modalidades de F- debe estar basada en la valoración individual del riesgo de caries dental. En la mujer embarazada no se recomienda la administración de F- sistémico, ya que hay una baja efectividad preruptiva y no se ha demostrado que atraviese la placenta^(4, 11).

Según González Sáenz y cols. un tratamiento con flúor sistémico debe ser, en la actualidad, individualizado tras su valoración, con la sola excepción de la utilización como medida de salud pública en países sin desarrollar con una muy alta prevalencia e incidencia de caries dental (costo/beneficio)⁽²⁾.

Recientes estudios proponen utilizar dosis más bajas de fluoruros, comenzando su administración a partir de los tres años de edad para minimizar el riesgo de fluorosis dental. También se recomienda fraccionar la dosis diaria en varias tomas para aprovechar al máximo el efecto tópico, remarcando que el beneficio que produce el mismo se incrementa considerablemente cuando las tabletas en vez de ser trituradas o tragadas directamente, se ingieren tras ser “chupadas” completamente, y siempre por lugar diferente para que tomen contacto con la mayor parte de las superficies dentarias,

hasta su disolución. El etiquetado de los envases de flúor debe aconsejar que los suplementos del mismo, no sean suministrados antes de los 3 años de edad a no ser que sean prescritos por el dentista o bajo supervisión (consulta pediátrica/dentista)⁽²⁾.

La sociedad Canadiense de Pediatría y la Academia Canadiense de Odontopediatras propuso recomendaciones, de no adicionar suplementos cuando se consume agua con más de 0,4 mg/L de fluoruro, independientemente de la edad^(4, 11).

La concentración de fluoruro en la leche humana, leche de vaca y leches maternizadas es 0,005^a 0,01 mg/L, entre 0,03 a 0,06 mg/L y 0,13 a 0,14 mg/L, respectivamente. Por lo tanto⁽⁴⁾:

- Con la lactancia materna la ingesta es de 0,001 mg/kg/día.
- Con la fórmula reconstituida con agua que contenga 0,6 mg/L de fluoruro, puede superarse el límite de 0,1 mg/kg/día, si la toma es mayor de 159 ml/kg/día.
- Con la fórmula reconstituida con agua que contenga menos de 0,5 mg/L de fluoruro, puede superarse el límite de 0,1 mg/kg/día.
- A partir de los 6 meses hay que tener en cuenta la concentración de fluoruro en los elementos de la dieta.
- Para preparar los biberones debe emplearse agua que tenga menos de 0,5 mg/L.

Tabla 1. CONCENTRACIONES DE FLÚOR EN ALIMENTOS Y BEBIDAS

Producto	No de muestras	Media de concentración en ppm	Rango de concentración en ppm	Referencia
Agua fluorada (WF) artificialmente	-	1,0	0,6-1,2	
Jugo	43	1,03	0,15 – 6,8	Stannard 1991
Jugo de uva	9	2,4	1,16 – 6,8	Stannar 1991
Soda	332	0,72	0,02 – 1,28	Heilman 1999
Coca – cola	79	0,70	0,02 – 1,10	Heilman 1999
Pepsi Cola	104	0,60	0,02 – 1,22	Heilman 1999
Gatorade	13	0,85	0,02 – 1,04	Pang 1992

Vino	19	1,02	0,23 – 2,8	Burgstahler 1997
Té (infusión w/NF	26	2,56	0,61-6,68	Pang 1991
*La sal fluorada		200-250	-	Marthaler 2000
Cereales procesados con WF	-	-	3,8 -6,3	Warren 2003
Pescado	-	2,1	-	Dabeka 1995 (citado en ATSDR 2001)
Alimentos de pollo para infantes	6	4,4	1,05 – 8,38	Heilman 1997
Fórmula en polvo para lactantes (hecha con WF)	-	0,97	-	Fomon 200
Leche materna	-	0,005 – 0,01		Formon 2000

Sources of Fluoride Exposure: Data from Published Literature, disponible en: <http://www.fluoridealert.org/f-concentrations-data.aspx>, revisado diciembre 9 de 2011.

Para la aplicación de suplementos fluorados, González Sanz y cols. plantean una serie de factores a tener en cuenta ⁽²⁾:

- Edad del niño.
- Consumo de agua por otras fuentes:
 - a) Concentración de fluoruro en el agua de consumo. Se debe valorar la posibilidad de consumo del agua con flúor embotellada.
 - b) Consumo de alimentos ricos en flúor (pescados, mariscos, té, entre otros).
 - c) Administración de otros productos que contengan flúor (leche, complejos vitamínicos, entre otros).
 - d) Valorar la posibilidad de ingestión de pasta fluorada al cepillarse los dientes o colutorio. Los niños menores de cinco años no deben utilizar dentífricos con sabor ya que éstos pueden estimular su ingesta, ni tampoco usar aquellos con elevada concentración de fluoruro (1.000

ppm o más) y tampoco se recomienda el uso de colutorios fluorados a niños menores de seis años por la misma causa (reflejo de deglución).

- Nivel de motivación de los responsables. Citemos como ejemplo, la administración de fluoruro en gotas o comprimidos que tiene el serio inconveniente de la falta de continuidad que alcanza a más de 80% de los niños a los tres años de iniciado.
- Factores de riesgo de caries:
 - a) Hábitos alimenticios del niño, como el consumo de alimentos azucarados, pegajosos, con frecuencia, y entre las comidas. Medicación con azúcar en enfermedades crónicas (jarabes, soluciones, entre otros).
 - b) Malos hábitos de higiene.
 - c) Presencia de caries en el niño y/o en sus padres caries
 - d) Hospitalización prolongada y enfermedades discapacitantes

En el caso de abordar un tratamiento con flúor sistémico, se recomienda las siguientes dosis de flúor de acuerdo con el último informe (1995) del “Committee on Nutrition” de la “American Academy of Pediatrics (AAP)”, asumidas también por el “American Dental Association Council on Dental Therapeutics (ADA)”⁽²⁾. (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. GOTAS (1/2 HORA ANTES O DESPUÉS DE LAS COMIDAS)⁽²⁾

Edad (años)	Flúor en el agua comunitaria en ppm		
	<0,3	0,3 – 0,7	> 0,7
0-2	0,25 mg (5 gotas/día)	0	0
2-3	0,50 mg (10 gotas/día)	0,25 mg (5 gotas/día)	0
3-16	1 mg (20 gotas/día)	0,50 mg (10 gotas/día)	0

Tabla 3. RECOMENDACIONES ACADEMIA DENTAL AMERICANA Y ACADEMIA AMERICANA DE PEDIATRÍA⁽²⁾

Edad	Flúor agua <0,3 ppm	Flúor agua 0,3,0,6 ppm	Flúor agua >0,6
6 meses a 3 años	0,25 mg	0	0
3 a 6 años	0,50 mg	0,25 mg	0
6 a 16 años	1 mg	0,50	0

Efectos de la administración sistémica del flúor en la infancia

- Antes de la dentición 0 a 6 meses.

Después de su absorción por el intestino, el flúor se incorpora a la estructura mineralizada de los dientes en desarrollo y probablemente incrementa solo muy levemente la resistencia a la desmineralización frente a la acción de ácidos orgánicos, ya que solamente un 8-10% de los cristales del esmalte están compuestos por fluorapatita (FAP), incluso en niños residentes en zonas con agua fluorada

- Post- eruptivo.

Tras la erupción dental, tampoco el flúor sistémico estaría implicado en la formación de la estructura orgánica dental, tan solo la fracción excretada por la saliva sería protectora de caries dental⁽³⁾.

El margen terapéutico de los suplementos orales de flúor es muy amplio. La dosis tóxica probable estimada es de 5 a 15 mg F por Kg, siendo la dosis letal confirmada de 32-60 mg de peso corporal⁽⁶⁾. La intoxicación aguda es muy rara y sólo se produce de forma accidental, aunque la dosificación y envasado de los preparados comerciales hacen francamente muy difícil esta posibilidad. La toxicidad crónica que tiene a la fluorosis dental como máxima expresión cada día, desgraciadamente, aunque no habitual, es más frecuente al no seguir diferentes profesionales las normas de manejo. Existe en algunos profesionales “la mala práctica” de querer sumar efectos de flúor, empleando en exceso medidas sistémicas y tópicas que ocasionan iatrogenia si bien no grave, si estéticamente reprochable⁽²⁾.

Fluoruros tópicos

Es un preparado farmacéutico fluorurado que se utiliza en medidas de protección específica para evitar la caries dental, con capacidad para disminuir la desmineralización del esmalte y promover su remineralización. Aplicado localmente en la superficie dentaria, ejerce su actividad directa en la misma, aumentando el proceso natural de captación de fluoruro ⁽⁷⁾.

Las formas tópicas, son aquellas que ejercen su acción en contacto directo con el diente erupcionado. En niños y adolescentes el contacto es esencialmente con el esmalte⁽²⁾.

Las acciones del flúor tópico se pueden resumir en tres grandes apartados⁽²⁾:

1. Incrementar la resistencia del esmalte a los ácidos (Favorece la formación de fluorapatita y fluorhidroxiapatita)⁽²⁾.
2. Efecto antibacteriano (bactericida y bacteriostático según concentración), inhibe sistemas enzimáticos bacterianos y el almacenamiento de polisacáridos intracelulares, impidiendo la formación de ácidos entre comidas⁽²⁾.
3. Favorecer la remineralización e inhibir la desmineralización. Los iones fluoruro penetran a la estructura dentaria simultáneamente con la pérdida de minerales durante el ataque ácido. En este sentido se ha comprobado que el fluoruro presente es mucho más efectivo que el fluoruro incorporado al esmalte durante su formación. Por tanto, es necesario el flúor tópico para proteger de la desmineralización⁽¹²⁾.

Los fluoruros más utilizados son el fluoruro de estaño, el fluoruro de sodio, el fluoruro fosfato acidulado y el fluoruro de aminas^(4, 13).

- El fluoruro de sodio fue la primera solución tópica probada eficazmente, en una concentración del 2%, con una concentración de 9.200 ppm del ión fluoruro, y en forma de barniz es usado al 2,2%. La técnica de colocación fue sistematizada y evaluada por Knuston y col. (1949) para ser aplicada en el Servicio de Salud de los Estados Unidos. Se realizaban cuatro aplicaciones semanales realizadas a los 3, 7, 11 y 13 años, es decir coincidiendo con la erupción de cada uno de los grupos dentarios. La primera de las cuatro aplicaciones era precedida por la limpieza dental. El fluoruro de sodio tiene un gusto agradable, buena estabilidad, no determina irritación gingival, no pigmenta los dientes ni las obturaciones^(4, 13).
- El fluoruro estañoso se utiliza en forma de solución al 8% con un pH de 2,1, también se presente en forma de colutorio asociado al flúor de aminas (125 ppm de cada tipo de flúor). La técnica fue sistematizada por Muhler introduciendo la

frecuencia de aplicación semestral (Mercer y col., 1965). Se recomienda dos minutos de tratamiento. Los inconvenientes que presenta son la baja estabilidad y el gusto desagradable, con características metálicas. Asimismo, su aplicación produce pigmentaciones y, ocasionalmente, puede provocar irritación gingival. Su uso se ha reducido por las desventajas antes mencionadas. El mecanismo de acción del fluoruro de estaño se basa en la alteración de la agregación bacteriana y de su metabolismo. Estudios a corto plazo han indicado que el fluoruro estañoso era un agente antiplaca más eficaz que el fluoruro de sodio, lo cual sugiere la importancia del ión estaño (Tinanof y cols., 1980, 1989)^(4, 13).

- Flúor fosfato acidulado, se administra con una concentración de 1,23%, 12.300 ppm de ión fluoruro. Se compone de fluoruro de sodio, ácido fluorhídrico y ácido fosfórico. Actualmente es el más utilizado. A las ventajas del NaF se añadió un pH más bajo, con lo cual la captación de flúor por el esmalte es mayor. Actualmente se comercializa en forma de solución tixotrópica (no son verdaderos geles, sino soles viscosos). Tiene una elevada viscosidad en condiciones de almacenamiento, pero se convierten en líquido en condiciones de mucha presión o fuerza de deslizamiento. Son más estables a pH más bajo y no escurren de la cubeta tan fácilmente como los geles convencionales de metilcelulosa. Estos fluoruros son altamente concentrados y deben limitarse estrictamente a uso profesional y no recetarse a niños para uso domiciliario^(4, 6, 13).
- Fluoruro de aminas. Solución al 1% y gel 1.25%. Combina el efecto protector del fluoruro, con la protección físico-química de las aminas alifáticas de larga cadena, ofreciendo una buena capacidad de protección al esmalte frente a los ácidos⁽¹³⁾.

Presentaciones de los fluoruros tópicos

- Dentífricos convencionales.

El empleo de dentífricos fluorados ha permitido reducir un 25% la prevalencia de caries. Estos contienen entre 1.000 y 1.100 ppm de fluoruro (1 mg F/d de dentífrico). Es añadido en forma de fluoruro sódico (MFP) o fluoruro estañoso⁽⁶⁾.

- Enjuagues bucales fluorados.

Los estudios realizados han demostrado que los programas supervisados de enjuagues bucales reducen la caries en un 20-25%⁽⁶⁾.

- Enjuagues diarios. Como el Fosfofluoruro acidulado al 0,02% (APF), contienen FNa (100 ppm). También se presentan en solución parcialmente acidulada de FNa 0,04% (200 ppm) ⁽⁶⁾.
- Enjuagues semanales o quincenales. De Fluoruro de sodio al 0,2 % que contienen 1.000 ppm ⁽⁶⁾.
- Indicaciones:
 - * Pacientes sometidos a tratamiento ortodóntico.
 - * Pacientes con xerostomía posradiación.}
 - * Niños que no se pueden cepillar correctamente os dientes.
- Contraindicaciones:
 - * No recomendados para los niños de edad preescolar.

- Barnices fluorados.

Los barnices fluorados se unen firmemente al esmalte, más que otros preparados fluorados tópicos, y la reducción de la caries es muy parecido (aproximadamente un 30% ⁽⁶⁾.

- Indicaciones
 - * Zonas hipersensibles.
 - * Dientes recién erupcionados.
 - * Detención de caries precoz.

USO PREVENTIVO DEL FLUORURO EN ODONTOLOGÍA EN MÉXICO

Fluoruros sistémicos

Cada país elige su medida de prevención masiva; en el nuestro se decidió que la fluoruración de la sal para consumo humano (vehículo de distribución controlado) es la mejor opción; debido a la alta prevalencia e incidencia de caries, la diversidad en la distribución de agua potable, lo disperso de la población y las zonas con niveles óptimos de fluoruro en forma natural en el agua de consumo⁽⁷⁾.

En la República Mexicana, el único vehículo para incorporar flúor sistémico al organismo es la sal. En aquellos pacientes que por su condición patológica no consumen sal con flúor por prescripción médica se puede utilizar flúor en gotas o

tabletas. La dosificación de los mismos, se hará de acuerdo a las referencias farmacológicas internacionales⁽⁷⁾.

A partir de 2005 la Norma Oficial Mexicana NOM-040-SSA1-1993. Bienes y Servicios, Sal yodada y sal yodada fluorada. Especificaciones sanitarias, indica que no deberá consumirse sal de mesa yodada fluorada en las entidades federativas donde el agua de consumo humano contenga una concentración natural de flúor igual o mayor a 0,7 ppm. En nuestro país existen entidades federativas en las cuales el agua contiene niveles naturales de flúor por arriba de 0.7 ppm, nivel que se considera óptimo para la prevención de caries dental, por lo tanto no deben consumirse suplementos de flúor sistémico, y las acciones preventivas en estas zonas de la república deberán ser encaminadas a la utilización de flúor tópico⁽⁷⁾.

La Secretaría de Salud ha implementado un esquema de información en las unidades médicas del país y centros de concentración comunitarios, para que la población conozca qué tipo de sal debe consumir de acuerdo a la zona geográfica en la cual reside. La difusión se realiza a través de carteles informativos y trípticos. Estas acciones se desarrollan de forma conjunta con la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) instancia encargada de informar al comercio establecido el tipo de sal que debe vender⁽⁷⁾. (Tabla 4).

Tabla 4. DISTRIBUCIÓN DE TIPOS DE SAL POR ENTIDAD FEDERATIVA⁽⁷⁾

Entidades Federativas donde únicamente debe distribuirse sal yodada fluorada	Entidades Federativas donde únicamente debe distribuirse sal yodada	Entidades Federativas donde debe distribuirse sal yodada fluorada y sal yodada
<ul style="list-style-type: none"> • Baja California Sur • Campeche • Colima • Chiapas • Distrito Federal • Guerrero • Morelos • Nayarit • Oaxaca • Quintana Roo • Tabasco • Tamaulipas • Tlaxcala • Veracruz • Yucatán 	<ul style="list-style-type: none"> • Aguascalientes • Baja California Norte • Durango • Guanajuato • Zacatecas 	<ul style="list-style-type: none"> • Chihuahua • Coahuila • Hidalgo • Jalisco • Estado de México • Michiacán • Nuevo León • Puebla • Querétaro • San Luis Potosí • Sinaloa • Sonora

Fluoruros tópicos

La literatura científica señala que en zonas geográficas con fluorosis endémica, los fluoruros tópicos se pueden aplicar debido a que coadyuva a mantener de forma permanente el proceso de remineralización del esmalte dentario necesario para prevenir el proceso carioso ⁽⁷⁾.

El uso de fluoruros tópicos puede realizarse por aplicación profesional y de auto cuidado (uso doméstico) ⁽⁷⁾.

Fluoruros de aplicación profesional:

Los fluoruros tópicos de aplicación profesional contienen altas concentraciones e incorporan el ión flúor eficientemente cuando son aplicados a intervalos regulares ⁽⁷⁾.

La frecuencia de las aplicaciones debe indicarse de acuerdo con las condiciones y necesidades de cada paciente. Los agentes fluorados de aplicación profesional, utilizados como medida preventiva en salud pública, van dirigidos a grupos de alto riesgo, como un índice CPO mayor a 3 dientes a los 12 años de edad ⁽⁷⁾. (Tabla 5).

Las presentaciones de fluoruros para uso profesional comúnmente usadas son ⁽⁷⁾:

- Geles o espumas.
- Barnices.
- Pastas profilácticas.

- Geles o espumas de fluoruros⁽⁷⁾:

Presenta una eficacia de 14 a 28% en la reducción de caries.

- *Indicaciones:*

- ✓ Pacientes libres de caries.
- ✓ Pacientes de alto riesgo de caries o con caries activa.
- ✓ En niños a partir de los tres años de edad.

- *Procedimiento*, hay básicamente dos procedimientos de aplicación:

- ✓ Cucharillas (prefabricadas e individuales).
- ✓ Pincelado (pincel o hisopo).

- Barnices⁽⁷⁾:

Presentan un contenido más elevado de flúor, entre 0.1% (1 000 ppm) y 2.26% (22 600 ppm), son de consistencia viscosa y endurecen en presencia de la saliva. Estudios realizados han demostrado una reducción de caries hasta de 50% ⁽⁷⁾.

Se recomiendan 3 aplicaciones consecutivas en un período de 10 días, una vez al año, durante 3 años consecutivos. La evidencia científica comprueba que no aumenta la fluorosis ⁽⁷⁾.

- Indicaciones:

- ✓ Niños desde 2 años de edad.
- ✓ En pacientes con dientes permanentes recién erupcionados.
- ✓ Pacientes con alto riesgo de caries.
- ✓ En zonas radiculares expuestas.
- ✓ Dientes con márgenes dudosos de algunas restauraciones.

- Técnica de aplicación:

- ✓ Aplicar con la técnica de pincelado.
- ✓ Dejar endurecer de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- ✓ Indicar no enjuagarse, no comer o beber durante los 30 minutos posteriores a la aplicación.
- ✓ No cepillar los dientes en las siguientes 24 hrs.

Otras presentaciones comerciales.

- Pastas profilácticas fluoradas⁽⁷⁾:

Este tipo de pastas se utilizan de manera rutinaria para limpiar y pulir las superficies dentarias. Pueden contener entre 4 000 y 20 000 ppm, no sustituyen al gel o barniz en el tratamiento de pacientes de alto riesgo y nunca han sido aceptadas como agentes terapéuticos. Cada vez más cuestionado su uso, por la abrasión que producen ⁽⁷⁾.

- Indicaciones:

- ✓ Realizar profilaxis preferentemente con una pasta profiláctica fluorurada con baja abrasividad.
- ✓ El fluoruro de esta pasta ayudara a reemplazar el fluoruro perdido por la abrasión que conlleva la remoción de los depósitos extrínsecos sobre el diente.

- Contraindicación:

- ✓ No se recomienda cuando se vayan a realizar procedimientos adhesivos como el uso de selladores.

Fluoruros de autoaplicación o de uso doméstico:

• Pastas dentales fluoradas⁽⁷⁾:

El fluoruro es el ingrediente activo más efectivo de los dentífricos para la prevención de la caries, es la manera más práctica para mantener los niveles de flúor en dientes y el vehículo para administrar fluoruro más utilizado en el mundo ⁽⁷⁾.

El riesgo de ingestión de pasta dental se incrementa en niños menores de 6 años, algunos estudios han demostrado que los niños pueden ingerir suficiente pasta como para estar en riesgo de fluorosis ⁽⁷⁾.

- Indicaciones:

- ✓ Se pueden usar como medida de salud pública.
- ✓ Se recomienda usar en forma sistemática.
- ✓ En niños menores de 6 años se recomiendan pastas dentales de 550 ppm.
- ✓ Su aplicación en menores de 6 años debe hacerse bajo la supervisión de un adulto, con el propósito de evitar la ingesta accidental del producto.
- ✓ Estos productos tienen baja concentración de flúor por lo que su uso representa un menor riesgo de intoxicación aguda para el paciente menor de 6 años.
- ✓ Se recomienda el uso de dentífricos que cuenten con registro sanitario, el cual está impreso en la etiqueta.

- Forma de empleo:

- ✓ Poner una cantidad de pasta equivalente a 0.5 centímetros, del tamaño de un chícharo, sobre las cerdas del cepillo; en menores de 6 años es recomendable que la cantidad de pasta sea administrada por un adulto.
- ✓ Cepillar por 2 minutos, 3 veces al día después de la ingesta de los alimentos más importantes.
- ✓ Cepillar con pasta dental todas las superficies de los dientes.
- ✓ Evitar la ingesta de la pasta.
- ✓ Indicar a los niños menores de 6 años escupir el exceso de pasta.

- ✓ Recomendar no consumir alimentos en los 30 minutos posteriores al cepillado

- Enjuagues con fluoruro⁽⁷⁾:

Puede ser de frecuencia diaria, semanal o quincenal; al igual que la pasta dental se retiene en la biopelícula y en la saliva, el compuesto más comúnmente usado es el de fluoruro de sodio ⁽⁷⁾.

- Indicaciones:

- ✓ Los enjuagues con fluoruro se presentan en dos concentraciones:
 - 0.05% (230 ppm) para uso diario y,
 - 0.2% (920 ppm) de fluoruro de sodio neutro para uso semanal o quincenal.
- ✓ En ninguno de los dos casos se deben usar en niños menores de 6 años.
- ✓ Se recomiendan como componentes de un programa preventivo, pero no deben ser sustitutos de otras modalidades de prevención.
- ✓ Su empleo principal es en pacientes con alto riesgo de caries.

Tabla 5. ESQUEMA DE APLICACIÓN DE FLUORUROS TÓPICOS EN DIFERENTES PRESENTACIONES⁽⁷⁾

Presentación	Concentración %	pH	Aplicación	Esquema	Paciente sin caries	Paciente con alto riesgo de caries
Fluoruro de fosfato acidulado (FFA) gel	1.23	3 – 5	Profesional	4 aplicaciones con intervalo semanal	Semestral	Bimestral
Fluoruro de sodio (FNa); Fluoruro de silano. Barniz	2.26 0.7	7	Profesional	1 aplicación	Anual	Trimestral
Fluoruro de sodio (FNa) líquido	2	7	Profesional	4 aplicaciones con intervalo semanal	Semestral	Trimestral
Fluoruro estañoso (F ₂ Sn)	8	2.5	Profesional	1 aplicación	Semestral	trimestral

) líquido						
Fluoruro de fosfato acidulado (FFA) gel	1	5.6	Autoaplicación	1 aplicación	Semanal	Diaria (hasta 40 días)
Fluoruro de sodio (FNa) líquido	0.2	7	Autoaplicación	1 aplicación	Semanal o quincenal	Semanal o quincenal
Fluoruro de sodio (FNa) líquido	0.05	7	Autoaplicación	1 aplicación	Diario	Diario

SOBREUSO DEL FLUORURO

Científicos de todo el mundo y diferentes organizaciones, realizan esfuerzos para detener la fluoración del agua, de la sal y los diferentes mecanismos de fluoración sistémica, basados en numerosos estudios que se encuentran consignados por las diferentes áreas de afectación, no solo de los seres humanos, sino de todo el ecosistema, por el efecto acumulativo del flúor a través de los años, que indican que la exposición total del fluoruro ha aumentado, al estarse suministrando por diferentes fuentes de una manera simultánea, causando diferentes manifestaciones no solo las bucales como la fluorosis dental, sino además afectando diferentes sistemas del organismo⁽¹⁴⁾.

Como profesión odontológica debemos reflexionar sobre el uso del flúor en la Odontología y en la Salud Pública, para mostrar no sus beneficios, puesto que estos han sido ampliamente difundidos desde la academia, sino más bien, conocer sus efectos acumulativos e indeseables, no solo en los seres humanos sino también en los animales, las plantas y en general, contaminado el ambiente, con el propósito de conocer un poco más sobre una práctica que lleva en nuestro medio tantos años⁽¹⁴⁾.

Hasta la fecha no se ha documentado alguna enfermedad por deficiencia de fluoruro en seres humanos. De hecho, la base para el establecimiento de "un consumo adecuado" de fluoruro se basa en la supuesta capacidad del fluoruro ingerido para prevenir la caries dental. Una de las preocupaciones clave sobre la fluoración del agua es la incapacidad de controlar la dosis de un individuo de fluoruro ingerido que pone en tela de juicio el concepto de la "dosis óptima"⁽¹⁵⁾.

TOXICIDAD Y EFECTOS ADVERSOS

Desde la década de 1980 numerosos estudios han identificado que los adultos y los niños están superando estos límites acordados, contribuyendo a un rápido aumento de la fluorosis dental, el primer signo de toxicidad del fluoruro ⁽¹⁵⁾.

Los métodos de utilización del fluoruro para la prevención de la caries dental, sean colectivos o individuales, son generalmente seguros en términos de toxicidad. La aplicación tópica de productos fluorados no representa un riesgo para la salud, debido a que para que existan efectos tóxicos, agudos o crónicos, es necesaria su ingestión o la exposición sistémica del ión. Sin embargo, esto no impide que gran parte de los métodos de utilización local o tópica de fluoruros pueda culminar con una alta exposición sistémica, por uso incorrecto e ingestión inadvertida durante la aplicación o por ingestiones frecuentes a menores dosis durante la higienización (dentífricos)⁽⁴⁾.

Cuando el fluoruro es utilizado en la dosis correcta, tendrá efectos benéficos; sin embargo, pueden ocurrir efectos colaterales así como accidentes, debido al inadecuado uso e ingestión excesiva⁽⁴⁾.(Tabla 9).

Como ejemplos más comunes de efectos colaterales debidos al uso inadecuado de fluoruro son los casos de intoxicación aguda como resultado de una única ingestión de altas cantidades de fluoruro o casos de toxicidad crónica (fluorosis dental). Por ello, es importante conocer los parámetros de seguridad con el objetivo de prevenir. En toxicología, son necesarias dosis estimadas en mg F/Kg para toxicidad aguda o mg F/Kg/día para toxicidad crónica. Se mostrará a continuación como transformar las unidades más comunes de presentación de fluoruros⁽⁴⁾:

- ppm de F: significa partes por millón, o mg por litro o por kilo. Esto significa que si el agua contiene 0,70 ppm, 0,70 mg de F/L. En este caso para ingerir 0,70 mg de F debemos beber 1 litro de agua. Tomando ejemplo el uso de un dentífrico con 1.000 ppm de F, significa que encontramos 1.000 mg F/1000g o 1 mg de F/g. Es decir, en caso de utilizar 1g de dentífrico por cepillado, estaremos colocando en la cavidad bucal 1,0 mg F.
- % de F: significa gramos de F en 100 ml de una solución o en 100 g.
- % de NaF: significa gramos de NaF en 100 ml de solución. Un enjuague, por ejemplo, que contiene NaF al 0,05% cuenta con 0,05 g de NaF en 100 ml de solución.
- mg de NaF: se refiere a la cantidad de NaF en una tableta.

Toxicidad aguda

La toxicidad aguda es una manifestación del organismo a una única y alta exposición sistémica de fluoruro, que ocasiona reacciones que pueden variar desde síntomas leves, como irritación gastrointestinal, hasta la muerte del individuo, según la dosis y las medidas de atención terapéuticas (inadecuadas o tardías) que puedan tomarse. Los casos graves de intoxicación aguda por fluoruro son extremadamente raros⁽⁴⁾.(Tabla 6).

Como anteriormente se mencionó las medidas de atención para evitar su absorción gastrointestinal (30-45 minutos) deben ser tomadas rápidamente. Una de las medidas de emergencia es la administración de leche o tabletas con hidróxido de aluminio, ya que disminuyen su absorción. Sin embargo, como en todo caso de intoxicación, según la dosis, el paciente debe ser encaminado lo más rápidamente posible al hospital, llevando también la composición del producto que ha sido ingerido (Cury y cols., 2004^a)⁽⁴⁾.

La acción sistémica del fluoruro incluye además de la irritación de la mucosa gástrica, disminución de la concentración de calcio en la sangre y aumento de las concentraciones de potasio, con la consecuente caída de la tensión arterial, acidosis respiratoria, depresión respiratoria, arritmia cardíaca, coma y hasta la muerte⁽⁴⁾.

La dosis letal varía mucho de individuo a individuo. Por ello se determina una dosis causante de algún efecto tóxico, llamada *dosis probablemente tóxica (DPT)*. La DPT es de 5,0 mg de fluoruro por kg de peso y la ingestión sobre este valor puede causar desde síntomas leves, como náuseas, hasta la muerte⁽⁴⁾. (Tabla 7).

Un ejemplo de ingestión es con el gel de flúor de fosfato acidulado (FFA).El riesgo de utilizar FFA para la aplicación tópica de fluoruro generalmente es también bajo, siempre y cuando no se coloque en exceso. Lo correcto es utilizar de 2,5 a 3 ml en cada cubeta. Si disponemos cantidad para un niño de 20 kg, estaríamos empleando aproximadamente 61,5 mg F, que equivaldrían en caso de ingestión total a 3 mg F/kg, cerca de la mitad de la DPT; sin embargo, después de escupir el exceso durante 1 minuto la ingestión llega aproximadamente a 0,7 mg F/kg (D'Angelo y col., 1989)⁽⁴⁾.

Tabla 6. CANTIDAD DE FLUORURO INGERIDO (MGF/KG) Y TRATAMIENTO RECOMENDADO EN CASO DE INTOXICACIÓN AGUDA⁽⁴⁾

F Ingerido (mg/kg)	Tratamiento
Menor de 5,0	Calcio oral (leche) o antiácidos. Observar por pocas horas, no es necesario inducir el vómito
Mayor de 5,0	Inducir el vómito Administrar calcio oral (leche o gluconato de calcio al 5% o solución de lactato de calcio) Internar inmediatamente en el hospital y observar por algunas horas
Mayor de 15,0	Iniciar monitoreo cardiaco Administrar (IV) 10 ml de gluconato de calcio al 10% Administrar diuréticos y suero bicarbonatado Internar inmediatamente en el hospital

Tabla 7. CANTIDAD DE DENTÍFRICO INGERIDA PARA RECIBIR UNA DOSIS PROBABLEMENTE TÓXICA⁽⁶⁾

Edad del niño (años)	Peso medio (kg)	Dosis tóxica probable (mg)	Cantidad de dentífrico de 1000 ppm (tubo de 90 g = 90 mg F)		Cantidad de dentífrico de 400 ppm (tubo de 45 g = 18 mg F)	
			Peso (g)	% del tubo	Peso (g)	Tubos
2 años	12 kg	60 mg	60 g	66 %	150 g	3
4 años	15 kg	75 mg	75 g	85%	188g	4
6 años	20 kg	100 mg	100 g	Aprox. 1 tubo	250 g	5

Dosis tóxica probable: 5 mg/kg

Toxicidad crónica

El efecto colateral sobre los tejidos dentales debido a la ingestión de dosis consideradas superiores a la de ingestión diaria de fluoruro, durante un tiempo prolongado y durante la fase de formación dentaria, es conocido como fluorosis dental⁽⁴⁾.

Fluorosis

La fluorosis humana fue descrita por primera vez en 1931 por Feil. La fluorosis dental es un defecto cualitativo del esmalte, secundario a un aumento de la concentración de fluoruros en el microentorno de los ameloblastos durante la formación del esmalte. No obstante, en su forma más grave puede producir también un defecto cuantitativo^(6, 8).

La fluorosis se produce entonces por acúmulo de fluoruro en la fase de calcificación preruptiva. A partir de los 8 años se calcifican los últimos dientes definitivos (terceros molares). Así pues, esta edad supone en límite hasta cual existe un riesgo teórico de fluorosis de la dentición permanente). Al contrario de lo que se pueda suponer, un exceso de fluoruro no tornará un esmalte más mineralizado: el esmalte con fluorosis presenta una mayor concentración de proteínas, es hipomineralizado. A través de mecanismos aún no totalmente elucidados, el proceso de reabsorción de las proteínas de la matriz del esmalte es reducido cuando hay exceso de fluoruro en el fluido de la matriz del esmalte en formación, de lo que resulta un tejido más poroso⁽¹²⁾.

El grado de severidad tiene una relación directamente proporcional con el grado de exposición al fluoruro (dosis-dependiente, mg F/kg). Para que la aparición de fluorosis dental sea clínicamente detectable, esa alta exposición del fluoruro debe ser crónica, como mínimo debe ocurrir durante varios meses. La duración de la exposición es más importante que la dosis o periodo de riesgo^(3, 4).

Se estima que una ingestión diaria de hasta 0,05-0,07 mg F/kg provoca fluorosis, la cual sería estéticamente aceptable y no generaría insatisfacción en el individuo. Ellwood et al., proponen como dosis de riesgo leve 0,02 mg/kg por día y riesgo severo de fluorosis 0,1 mg/kg diarios^(4, 12).

Como resultado de la exposición sistémica al fluoruro, la fluorosis se instalará en todos los dientes que se están formando en el periodo de alta exposición: por lo tanto, estará siempre en los dientes homólogos. Asimismo, es común observar que en grupos de dientes que se están calcificando en la misma época sean todos afectados⁽⁴⁾.

Dado que los fluoruros parecen influir en la actividad de los ameloblastos, una ingesta excesiva de fluoruros puede resultar especialmente perjudicial durante los 2-4 primeros

años de vida, en el momento en el que las coronas de los incisivos superiores son más sensibles. Se ha podido comprobar que los dentífricos son una fuente importante de fluoruros y en las últimas revisiones del National Health and Medical Research Council se indica que los dentífricos aportan una parte importante de los fluoruros ingeridos para los niños pequeños, independientemente del grado de fluoración del suministro de aguas públicas⁽⁶⁾.

Características de la fluorosis

Los dientes presentan manchas difusas, esparcidas por toda la corona, con un aspecto descrito como “nuboso”, son opacas con esmalte sin brillo, en las formas leves las manchas son de color lechos y son vistas principalmente en incisal, como líneas horizontales, que son más visibles en ese local debido a la translucidez del esmalte, sin dentina subyacente mientras que en las graves son de color amarillo o café. En casos muy graves, la fluorosis puede alterar la morfología de la corona y aparecer zonas de hipoplasias en el esmalte (fluorosis dental severa)^(2,4). (Fig. 2 y 3).

Clínicamente pueden distinguirse nueve grados de gravedad según Fejerskov y colaboradores⁽²⁾:

- Entre los grados 1 y 4 se trata de manchas del esmalte más o menos marcadas de blanquecinas a marronáceas.
- De los grados 5 a 9 aparecen efectos, coloraciones masivas y pérdida de substancia.

Las manifestaciones suelen ser simétricas, pero el grado de afectación puede ser variable. Pueden estar afectados parte o toda la dentición permanente, dependiendo de la duración de la ingesta y el momento de la vida en que se ingiere. Generalmente, las piezas dentales más afectadas son los premolares y los segundos molares, y las menos afectadas los incisivos⁽²⁾.

La fluorosis dental comienza a manifestarse cuando el flúor ingerido supera las cifras de 1,8 ppm al día. Cuando la concentración de flúor en el agua de la bebida es la apropiada (aproximadamente 1 ppm), en torno al 10% de la población tiene algún grado de manchas leves que ni siquiera supondría un problema estético. La concentración de 6 ppm (6 veces lo normal), el 90% muestra signos de displasia⁽²⁾:

Índice de Dean

El índice de Dean fue desarrollado en 1942 para medir la severidad y distribución de fluorosis en diversas comunidades. Este índice epidemiológico clasifica a la persona dentro de un criterio en base a la observación de los dos dientes más afectados ⁽¹⁶⁾. (Tabla 8).

Tabla 8. ÍNDICE DE DEAN

Categoría	Descripción	
Normal	La superficie del esmalte es suave, brillante y habitualmente de color blanco-cremoso pálido.	
Muy leve	Pequeñas zonas blancas como papel y opacas, dispersas irregularmente en el diente, pero que afectan a menos de 25% de la superficie dental labial.	
Leve	La opacidad blanca del esmalte es mayor que la correspondiente a la muy ligera, pero abarca menos de 50% de la superficie dental labial.	

Moderada	La superficie del esmalte de los dientes muestra un desgaste marcado; además, el tinte pardo es con frecuencia una característica que la distingue	
Severa	La superficie del esmalte está muy afectada y la hipoplasia es tan marcada que puede afectarse la forma general del diente. Se presentan zonas excavadas o gastadas y se halla un extendido tinte pardo; los dientes a menudo presentan un aspecto corroído.	

Imágenes extraídas de: Fluoridation Forum Report 2002 (p. 126).



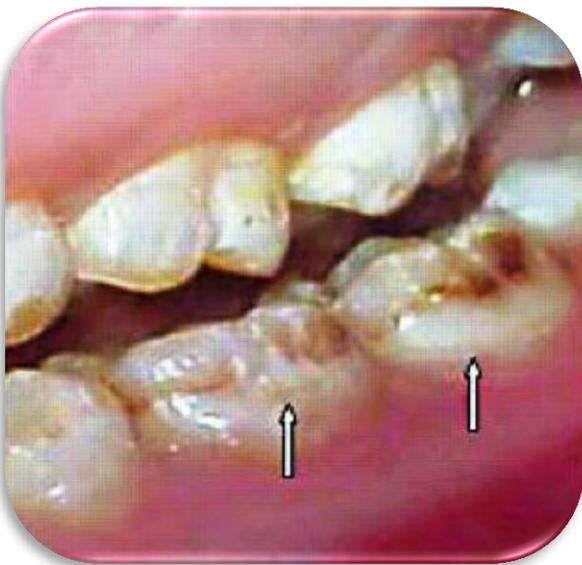
Fig 2. Paciente con fluorosis leve (escala de Dean).
Obsérvese que tanto los incisivos superiores como inferiores
presentan alteraciones de color en el esmalte.



A



B



C

Fig. 3 Fluorosis endémica en adolescente de la región de los Andes peruanos (A), donde se pueden observar pérdidas de estructura dental (B) y manchas castañas poseruptivas (C)⁽⁴⁾

La fluorosis también puede presentarse en dientes primarios aunque es menos prevalente y menos severa. Generalmente ocurre en regiones con altas concentraciones de fluoruro en el agua. En ese caso, los dientes más afectados son los segundos molares primarios, que presentan su formación y mineralización más tardía⁽⁴⁾.

La concentración de fluoruro natural también puede constituir un riesgo de fluorosis para niños pequeños. Actualmente los suplementos fluorados están reconocidos por muchos autores como un factor de riesgo de fluorosis dental cuando se administran a niños menores de 5-6 años ya que la maduración pre-eruptiva de los dientes permanentes no se ha completado^(4, 12).

Otros efectos tóxicos del fluoruro

Recientemente se ha informado de osteopatías y deformidades óscas de las extremidades inferiores en niños y jóvenes, que podrían comenzar incluso en el feto, por consumo endémico de agua con concentraciones de flúor sobre 21 mg/L ⁽¹⁷⁾.

Los trastornos neurológicos son secundarios a la alteraciones esqueléticas, incluyen radiculitis por compresión, síndromes dolorosos y acroparestesias, en algunas ocasiones mielopatías con paraplejas espásticas y defectos sensoriales ⁽¹⁷⁾.

En un estudio realizado en 2005, se encontró que el 47% de los niños que viven en un barrio de Nueva Delhi, con promedio de nivel de fluoruro en agua de 4,37 ppm tiene evidencia de hipotiroidismo clínico atribuible a fluoruro. Encontraron niveles límite bajo de triyodotironina libre (FT3) entre todos los niños expuestos al agua fluorada. Los mecanismos mediante los cuales el fluoruro exagera hipotiroidismo incluyen unión competitiva con yodo, así como la síntesis obstrucción detriyodotironina(T3) y tiroxina(T4). Estos mecanismos explican el uso de fluoruro a dosis superiores a 5 mg / día en el tratamiento de hipertiroidismo ⁽¹⁵⁾.

Un estudio reciente de los efectos de los compuestos de fluoruro inorgánicos sobre las funciones celulares humanas reveló que el fluoruro puede interactuar con una amplia gama de procesos celulares mediados por enzimas y genes modulados por el fluoruro incluidos los relacionados con la respuesta al estrés, enzimas metabólicas, el ciclo celular, células beta y la transducción de señales. Debido a la alta negatividad del fluoruro, que interactúa activamente con los iones cargados positivamente, tales como calcio y magnesio⁽¹⁵⁾.

Tabla 9. EFECTOS TÓXICOS DEL FLÚOR

Debilitamiento de los huesos, fractura de cadera especialmente	Problemas de desarrollo mental, disminución del cociente intelectual, y la demencia: Neurotóxico	Problemas gastrointestinales y ciertos problemas con el colon al disminuir microorganismos del sistema digestivo
Daña el sistema inmunológico, ocasionando artritis, escleroderma, lupus	Hiperactividad y/o letargo	Problemas renales: Nefrotóxico
Fluorosis dental y esquelética	Puede ser la causa del Síndrome de Deficiencia de Atención con Hiperactividad (ADHD)	Sistema inmunológico interrumpido
Cáncer de los huesos (osteosarcoma)	Calcifica la glándula pineal, disminuyendo la melatonina una hormona con efectos anticancerígenos que se produce durante el sueño. Se alteran patrones de sueño	Fatiga crónica
Roturas de tendones (el flúor ataca el colágeno)	Infertilidad (baja los niveles de testosterona, así como la movilidad y el número de espermatozoides)	Disminución en la función tiroidea, retardando la erupción dental

Beltrán Salazar M. Investigar las consecuencias del efecto acumulativo del flúor, una necesidad imperante de la profesión odontológica. Revista Colombiana de Investigación en Odontología 2012; 3 (7): 55-72. Disponible en URL:

[http://www.medicapanamericana.com.pbidi.unam.mx:8080/VisorEbookV2/Ebook/9789500605496#{"Pagina":146,"Vista":"Buscador","Busqueda":"249"}](http://www.medicapanamericana.com.pbidi.unam.mx:8080/VisorEbookV2/Ebook/9789500605496#{). Consultado el 22 de mayo del 2015.

Neurotoxicidad

En los últimos 20 años una de las áreas más investigadas, es la neurotoxicidad, o capacidad del fluoruro para causar daño cerebral. Según la publicación de Spittle en la China, en la última década se ha impulsado estudios en seres humanos. Estos estudios concluyen que la exposición a altos niveles de flúor se asocia con la disminución de la

capacidad cognitiva en los niños, trastornos del aprendizaje y la memoria. También se ha demostrado una asociación entre la intoxicación crónica por fluoruro y una inteligencia disminuida, anormalidades cromosómicas, inmunidad disminuida, cataratas seniles y cáncer; particularmente osteosarcoma en niños^(14, 18).

Conclusión

El uso del fluoruro en la actualidad como un elemento en salud pública está totalmente indicado y estudiado, concluyendo que es de gran utilidad para la prevención de la caries dental sabiendo los mecanismos por los cuales actúa, así como las dosis y presentaciones, según los diferentes casos, en la que este es efectivo. Por otro lado, el sobreuso que se le está dando a este elemento de prevención genera efectos adversos de distintas severidades y que muchas veces desconocemos.

Es de total responsabilidad para los profesionales de la salud, en este caso del Odontólogo, el aplicar los conocimientos y transmitirlos así mismo a los pacientes como son: los beneficios, riesgos y efectos adversos del uso del fluoruro.

El uso del fluoruro debe ser considerado como un medicamento, y por tanto, es de suma importancia saber la vía de administración que sea más eficaz, la dosis y pautas generales de acuerdo con el grado de salud o enfermedad de la cavidad oral.

Se debe concientizar tanto a la población como al odontólogo sobre el sobreuso que actualmente se le da a este elemento. El fluoruro como un elemento en Salud Pública debe darse con reservas y prescrito, ya que según los estudios está causando más efectos tóxicos que preventivos.

Referencias:

1. Organización Mundial de la Salud. Nota informativa No. 318. Febrero de 2007. Salud Bucodental. Disponible en URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es/>. Consultado el 14 de mayo del 2015.
2. González Sanz A, Gil González J, Gil González C, Algar Pinilla J, Alos Cortés L, Rosado Olanar J. Bases para el uso racional del flúor en la prevención y tratamiento de caries en pediatría. Dpto. Estomatología IV. Facultad de Odontología. U.C.M. Madrid. Disponible en URL: <http://pap.es/files/1116-30-pdf/34.pdf>. Consultado el 17 de mayo del 2015.
3. Merlo Faella O. Flúor: Actualización para el pediatra. *PediatrPy*, Vol. 31; No 2; 2004. Disponible en URL: <http://revista.spp.org.py/index.php/ped/article/view/161>. Consultado el 24 de mayo del 2015.
4. Bordoni N, Escobar Rojas A, Castillo Mercado R. *Odontología Pediátrica. La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual*. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011, p. 299 - 334.
5. Filho CF, Lima KC. Eficacia del uso tópico de fluoruros y del cepillado en el control de caries producidas "in vivo": Revisión sistemática. *Av. Odontoestomatol* 2008; 24 (4): 277-288. Disponible en URL: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v24n4/original4.pdf>. Consultado el 14 de mayo del 2015.
6. Cameron AC, Widmer RP. *Manual de Odontología Pediátrica*. Madrid, España: HarcourtBrace; 1998, p. 39-50
7. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. *Manual para el Uso de fluoruros dentales en la República Mexicana*. 2003. Disponible en URL: <http://salud.edomexico.gob.mx/html/doctos/sbucal/Manuales/MANUAL%20DE%20ATENCIÓN%20ODONTOLÓGICA%20EN%20EL%20PACIENTE%20DIBETICO.pdf>. Consultado el 20 de julio del 2015.
8. Organización Mundial de la Salud. *Los Fluoruros y la Salud Bucodental. Informe de un Comité de Expertos de la OMS en el Estado de la Salud Bucodental y el Uso de Fluoruros*. Ginebra, 1994. Disponible en URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41920/1/9243208462_spa.pdf?ua=1. Consultado el 17 de mayo del 2015.
9. Rojas – Sánchez. Algunas consideraciones sobre caries dental, fluoruros, su metabolismo y mecanismos de acción. *Acta Odontológica Venezolana - VOLUMEN 46 N° 4 / 2008*. Disponible en URL:

- http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/pdf/caries_dental_fluoruros_metabolismo.pdf. Consultado el 27 de mayo del 2015.
10. Jones S, Burt BA, Petersen PE, Lennon MA. Uso eficaz de fluoruros en la salud pública. Bull World Health Organ vol. 83 n.9 Ginebra Sep. 2005. Disponible en URL: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0042-96862005000900012&lng=en&tlng=en. Consultado el 14 de mayo del 2015.
 11. Miñana V, Grupo PrevInfad/PAPPS Infancia y Adolescencia. Promoción de la salud bucodental. RevPediatr Aten Primaria vol.13 no.51 Madrid jul.-set. 2011. Disponible en URL: <http://dx.doi.org/10.4321/S1139-76322011000300010>. Consultado el 15 de mayo del 2015.
 12. Barbería Leache E, Cárdenas Campos D, SuárezClúa MC, Maroto Edo M. Fluoruros tópicos: revisión sobre su toxicidad. Rev. Estomatol. Herediana v.15 n.1 Lima ene./junio 2005. Disponible en URL: http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552005000100017. Consultado el 19 de mayo del 2015.
 13. Baca García P, Rosel Gallardo EM. Flúor de aplicación profesional. Práctica 7. Universidad de Granada. Disponible en URL: <http://www.ugr.es/~pbaca/p7fluordeaplicacionprofesional/02e60099f4106911f/prac07.pdf>. Consultado el 29 de mayo del 2015.
 14. Beltrán Salazar M. Investigar las consecuencias del efecto acumulativo del flúor, una necesidad imperante de la profesión odontológica. Revista Colombiana de Investigación en Odontología 2012; 3 (7): 55-72. Disponible en URL: <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/86/183>. Consultado el 22 de mayo del 2015.
 15. Peckham S, Awofeso N. Water Fluoridation: A Critical Review of the Physiological Effects of Ingested Fluoride as a Public Health Intervention. Disponible en URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3956646/>. Consultado el 23 de mayo del 2015.
 16. Betrán – Valladares PR, Cocom – Tun H, Casanova – Rosado JF, Vallejos – Sánchez AA, Medina – Solías CE, Maupomé G. Prevalencia de fluorosis dental y fuentes adicionales de exposición a fluoruro como factores de riesgo a fluorosis dental en escolares de Campeche, México. Artículo original. Medigraphic. Disponible en URL: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revinvcli/nn-2005/nn054f.pdf>. Consultado el 2 de septiembre del 2015.
 17. Rivera S, Godorecci S, Borgel L, Díaz E, Fuchs T, Martín MI. Flúor: potenciales efectos adversos. Rev. Chil. Pediatr. 64 (4); 278-283, 1993. Disponible en URL: <http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v64n4/art07.pdf>. Consultado el 24 de mayo del 2015.
 18. Ortega García JA, Ferrís i Tortajada J, Berbel Tornero O, Romero KJ, Rubalcava L, Martínez Saccedo E, et al. Neurotóxicos medioambientales (IV)*. Tabaco, alcohol, solventes, flúor y aditivos alimentarios: efectos adversos en el sistema

nervioso fetal y posnatal y medidas preventivas. Acta Pediatr Esp. 2006; 64(10): 493-502. Disponible en URL: [https://www.gastroinf.es/sites/default/files/files/SecciNutri/NUTRICI%C3%93N%20INFANTIL%2064\(10\).pdf](https://www.gastroinf.es/sites/default/files/files/SecciNutri/NUTRICI%C3%93N%20INFANTIL%2064(10).pdf). Consultado el 26 de mayo del 2015.