

Metabolismo del flúor

El flúor es un elemento que se presenta en la naturaleza y que previene la aparición de caries cuando se ingiere durante el periodo de desarrollo dentario. Igualmente, se ha demostrado una acción tópica del mismo que permite proteger los dientes una vez han erupcionado. El estudio del metabolismo del flúor incluye la absorción, la distribución y la excreción.

ABSORCIÓN

Nos centraremos en tres puntos importantes en todo lo que se refiere a la absorción del flúor: Por dónde entra en el cuerpo, qué productos ingeridos contienen flúor y de qué manera y qué factores afectan la absorción a nivel digestivo.

La **incorporación al interior del organismo** puede ser de tres formas:

- Piel: Sólo en condiciones bastante especiales, como p.e. contacto directo con ácido fluorhídrico.
- Pulmón: La inhalación de gases de ácido fluorhídrico o de partículas de polvo finas que son el resultado de procesos industriales como p.e. fundición del aluminio (en la cual se utiliza criolita, Na_3AlF_6), la fabricación de ladrillos/cerámica o la explotación minera de rocas de fosfato (sobretudo fluorapatita) o gases procedentes de erupciones volcánicas. Esta puerta de entrada, de todas formas, sólo ofrece un pequeño aporte diario (0.01mg de flúor por día). Una variante de aporte sería el caso de ciertos anestésicos como el halotano, el cual se transforma en el organismo liberando flúor.
- Dieta: Tanto el agua como los alimentos. El contenido de flúor de la mayoría de alimentos es conocido, pero existen otros, como los vegetales, en los que se hace imposible generalizar su contenido ya que depende de la cantidad de flúor que contenga el agua usada para regar. Por lo que se refiere al agua, según su procedencia tendrá diferentes niveles de flúor:
 - * El agua de pozos y ríos presenta 0.1-10ppm (0.1-10mg/l) de flúor ó más. Las aguas superficiales no suelen superar las 0.1ppm mientras que las aguas profundas suelen tener 10ppm aunque pueden llegar a las 67ppm. Las concentraciones están lógicamente en relación con

la constante de disociación y solubilidad de los propios minerales, la porosidad de las rocas y suelos que atraviesa el agua, presencia de elementos que tengan afinidad por el flúor, etc.

- * El agua de mar tiene 0.8-1.4ppm de flúor (influirá en el contenido de flúor del pescado).
- * El agua comunitaria, si está fluorada, suele tener niveles de 0.7-1.2ppm y, si no lo está, dependerá de dónde se obtenga. La mayoría de las aguas comunitarias de España presentan niveles inferiores a las 0.5ppm y en el 50% de las poblaciones estos niveles se sitúan por debajo de 0.1ppm.
- * El agua embotellada de ciertos manantiales contienen elevadas cantidades de flúor, de hasta 7-8ppm, p.e. Vichy Catalán, agua de Caldes de Malavella, etc.

Por lo que se refiere a los alimentos serán fuentes importantes de flúor los pescados, los mariscos y el té (100-300ppm de flúor). Además, como valores orientativos de los vegetales y frutas tenemos las espinacas con 3.8ppm, el tomate con 41ppm, las judías con 21ppm, las lentejas con 18ppm, las patatas con 3ppm, ciertos cereales con 7ppm o las cerezas con 6ppm. De forma global, los alimentos sólidos aportan una dosis muy reducida de flúor, como máximo 0.27mg.

También hay ciertos medicamentos que contienen flúor en su formulación y, una vez ingeridos, pueden dejar libre dicho ión (inhibidores de la colinesterasa o ciertos diuréticos).

No debe olvidarse que la ingestión de pasta dentífrica fluorada puede contribuir significativamente al incremento diario de flúor. Se ha hallado que los niños ingieren 0.30g de dentífrico cada vez que se cepillan los dientes. Si la pasta contiene 400ppm de flúor, la ingesta de este ión será algo superior a 0.10mg. Los dentífricos para adultos suelen contener una concentración mayor de flúor, por lo que la cantidad de flúor ingerida también será mayor. Por ello, será aconsejable que los niños utilicen dentífrico para niños, se les enseñe a no ingerirlo y coloquen una cantidad del mismo en el cepillo equivalente a una lenteja.

En cuanto a la **absorción a nivel digestivo** cabe decir que los fluoruros son absorbidos a través de las paredes del tracto gastrointestinal en poco tiempo (50% del flúor ingerido en 30 minutos) alcanzándose las mayores concentraciones dentro de la primera hora y recuperando los valores normales (0.01-0.02 ppm) en unas 8 horas. Tanto los experimentos in vivo como in vitro han demostrado la participación del intestino delgado y en menor proporción la del estómago. A continuación pasan a la sangre, que se constituye en el compartimiento central, y son distribuidos eventualmente por los otros fluidos del cuerpo y tejidos por difusión simple y directa, más que por transporte activo, que requeriría una fuente de energía y los correspondientes procesos enzimáticos.

El flúor se absorbe en forma de ácido fluorhídrico débil no disociado que tiene un PK_a de 3.45. El flúor iónico (F^-) en el ambiente ácido del estómago se convierte en FH que atraviesa las barreras biológicas. Esto implica que cambios en la acidez del estómago influirán en la mayor o menor absorción de flúor (si el PH se sitúa por encima de 3.45 la mayor parte del flúor se encontrará en forma disociada y como iones fluoruro).

La presencia de otros iones puede dificultar la absorción del flúor. En este sentido la presencia de fósforo, magnesio (ambos presentes en la leche o en alimentos de la primera infancia), aluminio (que está presente en agua pero en cantidades muy bajas y que no alteran la absorción del flúor) o calcio (también presente en la leche; forma compuestos de fluoruro de calcio y fluorapatita que tienen baja solubilidad y se excretan a través de las heces) disminuyen la absorción siempre y cuando se hallen en concentraciones elevadas. Se ha visto que la absorción de flúor desde la leche o desde preparados infantiles se reduce a un 60-70%. Este es el motivo por el que se realizan lavados gástricos con soluciones que contienen calcio en aquellos casos de intoxicación aguda por flúor. La presencia de niveles de flúor en plasma elevados reducirá igualmente la absorción del mismo.

Igualmente serán importantes las características físico-químicas y la solubilidad de los compuestos utilizados. Los compuestos como el FNa (fluoruro sódico) serán casi absorbidos completamente, pero esto no ocurrirá con compuestos que presentan un menor grado de solubilidad como el F_2Ca , (fluoruro cálcico),

F_2Mg (fluoruro magnésico) y F_3Al (fluoruro de aluminio) como ejemplos más cotidianos.

Una vez absorbido el flúor aportado por las diferentes rutas de la ingesta dos mecanismos reducen la concentración de flúor en los fluidos circulantes del organismo:

- El depósito en el esqueleto, dientes y tejidos blandos
- La excreción a través de la orina

De hecho, la explicación de la baja concentración en plasma y el bajo grado de aumento después de la ingestión de flúor es que el esqueleto lo incorpora mediante intercambio iónico y el riñón lo excreta con mucha rapidez.

DISTRIBUCIÓN

La cantidad total de flúor que existe en el cuerpo humano es de alrededor de 2.6g. Una de las características básicas del flúor es su gran afinidad por el fosfato cálcico, esto explica por que se acumula con preferencia en los tejidos calcificados (de hecho, el 99% del flúor ingerido se acumula en los huesos y los dientes).

Como cifras orientativas de la distribución del flúor en los fluidos del cuerpo, en los tejidos blandos y en las estructuras mineralizadas veamos las siguientes:

- **Fluidos corporales:** 0.01-0.1ppm (80-90% unido a la albúmina en la sangre; es flúor no iónico. El que realmente nos interesa a nosotros desde el punto de vista de la prevención y el que es activo es el flúor libre o iónico. La saliva contiene 0.01-0.05 ppm de fluoruro).
 - **Tejidos blandos:** 1 ppm (excepto la aorta, que contiene 10 ppm, y la placenta).
 - **Estructuras mineralizadas:**
 - Huesos: 500 ppm (huesos fetales 20 ppm)
 - Cartílago: 30 ppm
 - Dientes: Esmalte 100 ppm, dentina 300 ppm, cemento 1000 ppm y pulpa 680 ppm
- La concentración de flúor disminuye al pasar de la superficie del esmalte a la unión amelodentinaria, aumentando a partir de aquí en dirección a la pulpa.

Hay una serie de factores biológicos que influyen en la deposición del flúor:

- **Edad:** La concentración de fluoruro en el esqueleto aumenta con la edad y tiende a llegar a un equilibrio con las concentraciones del plasma por lo que con los años es menos lo que se almacena y disminuye la captación de flúor por parte de huesos y dientes.
- **Dieta:** Dependiendo de la solubilidad del compuesto de flúor, la absorción será mayor o menor.
- **Actividad metabólica ósea:** Se produce un incremento de los niveles de flúor cuando el hueso experimenta un proceso de intercambio rápido o aumenta la vascularización.
- **Ciertos procesos patológicos:** Se han descrito modificaciones de la concentración de flúor en ciertas alteraciones como el raquitismo, la diabetes y los enfermos renales, así como en los estados de inanición.

EXCRECIÓN

El flúor que no se fija al esqueleto, los dientes o los tejidos blandos es eliminado principalmente por la orina (60-70% del flúor ingerido) y, de forma menos importante, por las heces (10-15%) o incluso en pequeñas cantidades por el sudor o la saliva.

La **vía renal** permite tanto la eliminación del exceso de flúor que se ingiere a diario como del procedente de los procesos de remodelación ósea presentes a lo largo de toda la vida. La excreción renal se realiza de forma relativamente rápida ya que una tercera parte del flúor absorbido se encuentra en orina en 3-4 horas, eliminándose casi totalmente en las 9 horas siguientes. El flúor iónico libre que se halla en plasma es el que se va a encontrar en el filtrado glomerular, pero parte de él será reabsorbido en los túbulos renales y retornará al sistema circulatorio excretándose el resto. Las concentraciones que se registran en la orina dependen principalmente de las cantidades presentes en el agua potable (al aumentar el flúor en agua bebida aumentará el flúor en orina) y de la edad del individuo (dependiendo del metabolismo óseo y teniendo en cuenta que con los años disminuye la absorción de flúor por parte de los huesos o los dientes). Otros factores que pueden influir en la excreción renal son:

- Ph: Cuando el fluido tubular tiene un Ph bajo el ion flúor se convierte en FH y al contrario. Entre los factores que pueden modificar el Ph de orina está la dieta. En este sentido se ha visto que una dieta vegetariana incrementa el Ph en mayor magnitud que una dieta rica en carne.
- Función renal: Cuando se deteriora, la habilidad de excretar fluoruro tiene una marcada disminución que posiblemente resulta en una mayor retención de fluoruro en el cuerpo.
- Patología previa: En la diabetes mellitus se da una mayor retención de fluoruros.

El flúor eliminado por **heces** se trata de una pequeña porción que no se ha absorbido dada su forma insoluble.

En la **saliva** las concentraciones se sitúan un 30% por debajo de las concentraciones plasmáticas, registrando escasas oscilaciones que son rápidamente neutralizadas. Además, tampoco se puede considerar excreción en el sentido estricto ya que vuelve a absorberse; por tanto, tiene un escaso papel en la excreción de flúor .

La eliminación a través del **sudor** es muy pequeña y esta sometida a grandes variaciones en función del clima y las condiciones individuales por lo que se considera prácticamente despreciable.

Es importante considerar el papel de la **placenta**: Actualmente se considera que no actúa como una barrera y que existe una relación directa entre las concentraciones de flúor en el suero de la madre y del feto, especialmente cuando el nivel de flúor del plasma de la madre se incrementa súbitamente. A pesar de ello, los ensayos clínicos no han demostrado ningún efecto o como mucho una pequeña influencia del fluoruro prenatal sobre la reducción de la caries.

Por lo que se refiere a la **leche materna** se ha visto que hay una limitación en la transferencia del flúor del plasma a la leche (la concentración suele ser menor de 0.05ppm) y que la absorción de flúor por los niños a través de la leche de sus madres es despreciable comparado con la alta absorción de flúor de sus madres a través de la dieta y la bebida. Aún así, otros estudios demuestran la mayor probabilidad de los lactantes de pecho de estar libres de caries sobre los lactantes de leche artificial.

Dra. Ana García Valoria
Odontopediatra
<mailto:agarciav@geodental.com>



<http://www.ada.org/public/topics/fluoride/facts-saf13-22.html#13>

Publicado el 31/07/2001 en Geodental.com
(<http://www.geodental.com/default.htm?d=5044>)