

**CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES
EMBARAZADAS DE LA REGION NORTE DE GUATEMALA.**

**ESTUDIO CLINICO REALIZADO EN EL AÑO 1995, EN LA REGION DE SALUD
NORTE DE GUATEMALA, LA CUAL COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE
ALTA VERAPAZ Y BAJA VERAPAZ.**

TESIS PRESENTADA POR

SANDRA YANETH ROSALES GUERRA

**ANTE EL TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PUBLICO PREVIO A OPTAR AL TITULO DE**

CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999

DL
09
T(1391)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Primero:	Dr. Manuel Miranda Ramírez
Vocal Segundo:	Dr. Luis Barillas Vásquez
Vocal Tercero:	Dr. César Mendizábal Girón
Vocal Cuarto:	Br. Guillermo Martini Galindo
Vocal Quinto:	Br. Alejandro Rendón Terraza
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Primero:	Dr. Manuel Miranda Ramírez
Vocal Segundo:	Dr. Ricardo Sánchez Avila
Vocal Tercero:	Dr. Edgar Sánchez Rodas
Secretario:	Dr. Carlos Alvarado Cerezo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS, MARIA Y
SANTA MARTA

A MI MAMA

Paquita Guerra que con su amor y
Abnegación es la luz en mi vida.

A LA MEMORIA DE
MI MAMA (ABUELITA)

Adela Miche Vda. de Guerra su
dulce rostro y su hermoso ser
los llevaré guardado en mi
corazón.

A MIS TIOS

Juan José y Nino con el amor y
admiración de toda una vida.

A MI FAMILIA

En general

A MIS AMIGOS

En general

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO

A USTED QUE LEE

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de Tesis titulado **"CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS DE LA REGION NORTE DE GUATEMALA"**. **ESTUDIO CLINICO REALIZADO EN EL AÑO 1995, EN LA REGION DE SALUD NORTE DE GUATEMALA, LA CUAL COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA VERAPAZ Y BAJA VERAPAZ**, conforme lo demandan los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Cirujano Dentista.

Quiero expresar mi agradecimiento a mis asesores, Dr. Ricardo Sánchez Avila, Dr. Ronald Ponce De León y a todas aquellas personas que colaboraron para la realización del presente trabajo.

Y a ustedes distinguidos miembros de este Honorable Tribunal Examinador, acepten mi más alta muestra de consideración y respeto.

HE DICHO

INDICE

	PAGINAS
SUMARIO	1
INTRODUCCION.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACION	3
REVISION DE LITERATURA	4
OBJETIVOS	50
VARIABLES	50
METODOLOGIA	52
PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	61
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
LIMITACIONES	69
ANEXOS.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	80

SUMARIO

El presente estudio forma parte de un programa de investigación a nivel nacional por regiones, coordinado por el departamento de Educación Odontológica de la Universidad de San Carlos de Guatemala y cuyo propósito fue determinar la concentración y excreción de fluoruro de orina de mujeres embarazadas de la región de salud Norte, que comprende los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz, en el año de 1995.

Los resultados del mismo servirán de marco de referencia y permitirán establecer criterios para determinar las pautas a seguir en el control, seguimiento y evaluación de programas preventivos de fluoración sistémica, específicamente al utilizar como vehículo la sal de consumo humano.

El diseño muestral fue por conglomerados, se seleccionó en forma aleatoria 90 mujeres embarazadas de las diferentes instituciones de Salud Pública, IGSS y APROFAM. En cada una de las instituciones se recolectaron 18 muestras de orina, las cuales fueron analizadas por medio de la técnica del electrodo específico para el fluoruro. Previo a éstos análisis, se hicieron prácticas de calibración y desarrollo de técnicas adecuadas a los análisis respectivos en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para la correcta supervisión de los mismos.

Con los resultados obtenidos se determinó que los valores de concentración en la orina de mujeres embarazadas tanto a nivel de esta región como a nivel nacional son muy bajos, presentaron un promedio de 0.306 mg/L (0.168 mg/día) y a nivel nacional de 0.351 mg/L (0.208 mg/día). Con base en la literatura consultada el dato de excreción encontrado tanto en la región Norte 0.023 mg/L (0.014 mg/día) como a nivel nacional 0.023 mg/L (0.015 mg/día) nos indica que hay una ingesta de fluoruro

muy baja en la dieta de esta población (2) lo que hace evidente la necesidad de implementar programas de fluoruración nacional, en especial la fluoruración de la sal, la cual es accesible a toda la población.

INTRODUCCIÓN

El fluoruro es el agente más efectivo utilizado en salud pública para la prevención y reducción de la prevalencia de las enfermedades dento-periodontales. (7) En Guatemala como en la mayoría de países de latinoamérica se presentan índices elevados de caries y enfermedad periodontal, debido entre otras causas a la falta de acceso a los servicios estomatológicos, factores socioeconómicos y culturales.

En nuestro país se han desarrollado programas preventivos para combatir esta problemática, como por ejemplo la fluoración del agua de consumo, sin embargo las limitaciones de infraestructura que presentan las comunidades tanto urbanas como rurales no permiten una adecuada realización, por lo que una alternativa práctica, de bajo costo y de amplia cobertura para la administración de fluoruro a la población, es la implementación de un programa de fluoruración de la sal de consumo humano, y para esto es indispensable determinar la ingesta de fluoruro de la población, como un estudio basal.

Como parte de un programa general de investigación, la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala por medio del Departamento de Educación Odontológica ha realizado estudios sobre la concentración y excreción de fluoruro en orina a nivel nacional en escolares de nivel primario (1993), nivel secundario (1993, 1994) y adultos (1994), con el objeto de estimar la ingesta de fluoruro en éstos grupos de edad. (13)

El metabolismo de los fluoruros presenta variaciones que dependen del estado grávido, se hace necesario realizar también estos estudios en mujeres embarazadas, por regiones de salud en la república de Guatemala en el año de 1995 y con esto tener una estimación sobre la ingesta de fluoruro utilizándolo como un medio para controlar programas de prevención. (7)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alta prevalencia de caries y enfermedad periodontal en la población Guatemalteca, hace necesario desarrollar programas de prevención masiva, entre ellos la fluoruración sistémica.

Debido a la falta de estudios científicos que ayuden a implementar este tipo de programas que favorece la salud dento-periodontal, es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico entre ellos la ingesta de fluoruro en la población, esto a través del análisis de la concentración y excreción de fluoruro en la orina.

En los años de 1993 y 1994, se realizaron estudios para determinar la concentración de fluoruro en la orina de escolares del nivel primario, medio y adultos de Guatemala. Un grupo importante de ésta población, representada por mujeres embarazadas que sufren cambios fisiológicos y bioquímicos, que afectan el metabolismo de los fluoruros. (6).

Un estudio de esta naturaleza a nivel nacional por regiones de salud, contribuirá a establecer cuál es la concentración y excreción de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas.

JUSTIFICACIÓN

La alta prevalencia de enfermedades dentoperiodontales, ha constituido una problemática nacional, la cual no ha podido ser abarcada adecuadamente por la estomatología. La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, desde 1985 ha venido trabajando en el planteamiento, desarrollo, legislación e implementación de programas de fluoración sistémica, tales como el de la sal de consumo humano como alternativa de programas preventivos de alta cobertura.

Para el desarrollo de éstos programas, es necesario realizar investigaciones de carácter epidemiológico, entre ellas la cantidad de fluoruro que se excreta en la orina como uno de los

indicadores biológicos con los que se cuenta por su sencillez y confiabilidad, así establecer los niveles de la ingesta de fluoruro.

El informe final de la primera reunión de expertos sobre la fluoruración y yodación de la sal de consumo humano recomiendan estudiar diferentes grupos de edad (niños, adolescentes y adultos). Un grupo importante de ésta población lo representan las mujeres embarazadas. Por tal motivo, la cuantificación de datos será de beneficio para establecer un programa de fluorización. (2, 15).

REVISIÓN DE LITERATURA

Las enfermedades caries dental y periodontal son de mayor prevalencia en el mundo. Tiene varias características en común: destruyen tejidos de la boca, son multicausales, infecciosas y progresivas, causan lesiones reversibles en las etapas iniciales e irreversibles en las medias y avanzadas; en su desarrollo es determinante la presencia de placa bacteriana. El progreso natural de ambas enfermedades llega a causar dolor y a colocar en riesgo de infección a los tejidos vecinos. Además, al constituirse estos tejidos como foco de infección también es posible la infección de tejidos y órganos distantes del organismo. (15).

La experiencia clínica odontológica y la variedad de estudios realizados señalan que las principales enfermedades de la cavidad bucal, presentan una alta prevalencia, son originadas por los limitados servicios de salud odontológica, factores socioeconómicos y culturales. (15)

De esos problemas la respuesta de la estomatología guatemalteca ha sido inadecuada e insuficiente, se refleja en las magnitudes de los índices conocidos y su perspectiva es mantenerse o incrementarse. Estas expectativas hacen evidente la implementación de programas preventivos como el único medio que permitiría la reducción de la prevalencia de estas enfermedades y con ello la magnitud del problema.

Durante los últimos decenios se ha hecho investigaciones muy detenidas sobre la acción biológica de los fluoruros. El interés por estos estudios aumentó considerablemente a raíz de la observación efectuada en el decenio 1,930-40 de que los fluoruros ejercen una influencia particular en la dentadura: inhibición pronunciada de la caries dental y a dosis mayores, perturbación de la formación del esmalte. (15).

En los dientes al igual que en los huesos, la concentración de fluoruro está directamente relacionada con la cantidad ingerida y para determinar ésta, el método más utilizado ha sido determinar la concentración y la excreción de fluoruro en la orina. (7).

Los fluoruros ocupan un lugar primordial a nivel preventivo de las patologías bucales más comunes, como son caries dental y enfermedad periodontal, que afectan a más del 90% de los seres humanos; en la presente revisión de literatura se desarrollarán los siguientes temas: el elemento flúor, su clasificación, su papel en la caries dental y enfermedad periodontal, vías de ingesta, su metabolismo (absorción, distribución y excreción), sus efectos adversos.

1. FLUOR:

El flúor es un elemento químico que pertenece a la familia de los halógenos, que constituyen la familia no metálica más reactiva. Reacciona casi siempre formando iones negativos o compartiendo electrones, se diferencia del resto de su familia por el pequeño tamaño de su átomo. El flúor es el más electronegativo de todos los elementos químicos y está dotado de una reactividad química tan intensa, que prácticamente no se encuentra en la naturaleza en forma de flúor elemental. La mayor parte de flúor existente tanto en la industria como en la naturaleza se encuentra combinado en forma de fluoruro. (1)

Las propiedades físicas del flúor son las siguientes:

- a) Su aspecto a temperatura ambiente es verde amarillento.
- b) Su punto de fusión es -218°C .

- c) Su punto de ebullición es de -188°C .
- d) Su electronegatividad es de 4.0
- e) Su número atómico es 9
- f) Su peso atómico es 19
- g) Su densidad es de 1.14 gr./ cm. cúbico

Puede combinarse con todos los elementos naturales a excepción del oxígeno y el platino.

(2).

La molécula diatómica del flúor (F_2) es un agente oxidante, igual que cualquier otro elemento en su estado normal mantiene reacciones de combustión del mismo modo que el oxígeno.

Es un elemento muy difundido en la naturaleza, compone alrededor del 0.065% del peso de la corteza terrestre y ocupa el décimo tercer lugar de los elementos en orden de abundancia, se estima que el porcentaje de concentración en la superficie terrestre es de aproximadamente 300 mg/L. Se encuentra en grandes cantidades en el agua del mar, en numerosas fuentes de agua potable, en los yacimientos minerales de espato fluoruro, criolita y fluoroapatita y en el polvo superficial que se encuentra en las inmediaciones de algunos yacimientos. Las principales fuentes de fluoruro de interés en la fisiología humana son: el agua, ciertas especies vegetales, ciertos animales marinos comestibles, el polvo de diversas regiones del mundo y ciertos procesos industriales. (2-1)

En el cuerpo humano se encuentra en mayor proporción en los huesos y dientes, por lo cual puede decirse que fisiológicamente es un buscador de tejido duro, por su afinidad con los minerales que los componen, en estas regiones se encuentra el 95% incorporado al organismo. (2)

1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS FLUORUROS

Diseminados a lo largo y ancho de la superficie terrestre, existe una apreciable cantidad de fluoruros. Se conocen en general dos tipos:

- a) Orgánicos (fluoracetatos como: fluorfosfatos y fluorcarbonos).

- b) Inorgánicos, con la excepción de los fluoracetatos los otros fluoruros inorgánicos no se producen como tales en la naturaleza.

Tanto los fluoracetatos como los fluorfosfatos son acentuadamente tóxicos. Los fluorcarbonos son muy inertes (en mitad de las uniones fluoruro-carbono) y tienen baja toxicidad. Ninguno de los fluoruros orgánicos se emplea en fluoración con fines preventivos en programas de salud. (15)

1.2 EFECTO INHIBIDOR DE LA CARIES

Varios investigadores han demostrado que el esmalte superficial es menos soluble a los ácidos que el esmalte subyacente y que la menor solubilidad se relaciona con las elevadas concentraciones de fluoruro en el esmalte superficial. Es importante notar que solamente vestigios de fluoruro se disuelven durante la disolución del esmalte. El fluoruro vuelve a precipitarse como fluorapatita, y el esmalte residual aumenta en fluoruro y se hace más resistente a la disolución. En la boca, la disolución ácida es influida por la saliva. Es importante notar que la saliva está normalmente sobresaturada con respecto a la apatita y que la fuerza directriz está en favor del depósito más que la disolución del mineral del esmalte.

La placa dental tiende a actuar como una barrera de difusión y a anular el efecto protector de la saliva. Sin embargo, los líquidos de la placa tienden a ser más elevados en el fluoruro que en la saliva y al igual que la placa contienen cantidades significativas de calcio y fosfato. (2)

El fluoruro actúa como un agente anticariogénico, reduce la incidencia de caries dental en un 50% aproximadamente, a concentraciones de 1 a 2 mg en el agua de consumo. En estudios realizados se encontró que el fluoruro del esmalte y la dentina de los dientes sanos era de 410 mg/L y de 873 mg/L respectivamente, pero sólo de 139 mg/L y de 223 mg/L en los dientes cariados. El esmalte de los dientes sanos contiene $0.0111\% \pm 0.0011\%$ de fluoruro mientras que los cariados contiene $0.0069\% \pm 0.0011\%$ de fluoruro. (3)

Se encontró una concentración de fluoruro sorprendentemente elevada en la placa dental de adultos, incluso en una ciudad abastecida con agua no fluorada, el valor promedio era de 66.9 mg/L y los valores extremos de 6 y de unas 180 mg/L. Se ha demostrado que el fluoruro de la placa está en relación con el fluoruro del agua consumida. (15)

Durante una aplicación tópica de fluoruro, se difunde en el esmalte cantidades significativas de fluoruro dependiendo de la concentración de fluoruro en la solución, del pH y del tiempo de exposición.

Existen varias teorías sobre el mecanismo de acción del fluoruro en la prevención de la caries dental, pero dos de ellas han suscitado gran interés:

1. La acción físico-química: consiste en el fortalecimiento del esmalte haciéndolo más resistente a los ataques ácidos.
2. La acción antibacterial: el fluoruro inhibe las enzimas bacterianas productoras de los ácidos que atacan el esmalte.

La teoría de acción físico-química, es la más aceptada y mejor fundamentada, basándose en ella, pueden resumirse los mecanismos complejos de reducción de la caries de la siguiente manera:

- a) La incorporación de fluoruro hace que el esmalte sea más insoluble frente a los ácidos mediante la formación de cristales más grandes y con menos imperfecciones, estabilizando las uniones y presentando menor superficie por unidad de volumen susceptible de ser disuelto.
- b) El esmalte tendrá menor cantidad de carbonatos, lo cual reducirá también la solubilidad.
- c) Al producirse la precipitación de los fosfatos de calcio disueltos en una solución que contiene fluoruro, éste favorecerá la cristalización de tales sales como fluorapatita.

Con respecto a la acción antibacteriana, ésta se basa en los siguientes aspectos:

- 1) La inhibición de los sistemas enzimáticos de las bacterias de la placa que producen los ácidos a partir del azúcar. Para que esto ocurra, el fluoruro debe estar presente como ion libre y no unido a la placa; en la placa se encuentran unas 100 mg/L de fluoruro, pero sólo en 2 ó 3% existe en forma iónica libre. Entre las enzimas inhibidas por el fluoruro están: la fosfatasa alcalina, la fosfatasa ácida, enolasa, carboxilasa, hidrogenilasa, ureasa, lipasa, colinesterasa y clorofilasa. (2) Sólo la inhibición de aquellas enzimas que intervienen en el desdoblamiento glucolítico de azúcares o ácidos orgánicos, es decir fosfatasa y enolasa, es importante para esta discusión ya que parece ser el inicio de tales ácidos, el paso inicial del proceso carioso.
- 2) La inhibición del acumulo de polisacáridos intracelulares. En esta forma se previene la acumulación de carbohidratos dentro de las células, impidiendo así la formación de ácidos aún cuando no haya ingesta.
- 3) Efecto bacteriostático del fluoruro, aunque sólo se manifiestan en concentraciones mayores que las ideales. El fluoruro tiene efecto bactericida y bacteriostático sobre los estreptococos y el estreptococo mutans es el principal formador de la placa. Esta acción está en relación a la concentración, se ha probado que 1 mg afecta la producción de ácidos y altera la actividad metabólica, 250 mg/L inhiben el crecimiento y 1,000 mg/L tiene efecto bactericida.

1.3 FLUORUROS Y ENFERMEDAD PERIODONTAL

El objetivo de la terapia está en los agentes específicos de la enfermedad (bacteria patogénica específica) y la dentadura misma. Para la prevención en el crecimiento de los agentes patógenos dentro de la placa, se han utilizado agentes quimioterapéuticos, que han sido una preocupación generalizada y aceptada como un tratamiento posible. Los agentes más usados son la clorhexidina y los compuestos con fluoruro.

1.4 VÍAS DE INGESTA DE FLUORURO

La ingesta de fluoruro en el hombre puede ser de la siguiente manera:

1.4.1 Por los pulmones (aire inspirado):

Los fluoruros dispersos en el aire pueden plantear un problema sanitario en las regiones donde los yacimientos de mineral son superficiales o están próximos a la superficie.

La acción mecánica del viento podría hacer pasar ciertas cantidades de fluoruro del mar a la atmósfera, aunque es de suponer que las concentraciones resultantes serían relativamente bajas. (10)

En la atmósfera existen fluoruros de otros orígenes: polvos procedentes de suelos fluorurados, humos industriales, incineración del carbón en las zonas habitadas, y emanaciones de gas en las regiones volcánicas. En las zonas populosas se considera que el humo del carbón constituye una de las principales fuentes del fluoruro atmosférico. (10)

En estudios realizados en carbón, se encuentran concentraciones de fluoruros de 1 a 175 mg/L y se ha llegado a encontrar concentración hasta de 295 mg/L. (10)

1.4.2 Por el aparato digestivo: a través de líquidos y sólidos.

a) Ingestión a partir de los alimentos:

El fluoruro se ingiere normalmente con los alimentos en una cantidad promedio de 0.5 mg diarios, hay alimentos que lo contienen en mayor cantidad que otros. (por ejemplo: los pescados de hueso blando como la sardina y el salmón enlatado, son fuentes importantes de fluoruro). (3) El pescado tiene 27 mg/L y el té 1 mg/L; pero la mayor parte está incorporada a los compuestos insolubles, por lo cual su influencia sobre el total de iones de fluoruro disponible es variable. (2)

b) Ingestión a partir del agua:

La mayoría de las aguas potables contienen fluoruros, en consecuencia, constituyen para el hombre, una fuente casi universal de éstos. El nivel óptimo para la reducción de la caries

dental (en un 50%), sin producción indeseable de dientes moteados es de 1 mg/L para climas templados, lo que provee una ingesta diaria total de 0.5 a 1 mg de fluoruro por día a niños durante el período de formación dental y 1.5 a 2 mg a los adultos. (1, 14)

c) **Ingestión a partir de preparados fluorados:**

Para la prevención parcial de la caries se suelen utilizar comprimidos y pastillas que contienen 1 mg/L de fluoruro en forma de fluoruro sódico y que permiten administrar la dosis óptima necesaria. Si los comprimidos se ingieren con las comidas, la absorción es casi completa si bien depende de la incorporación del régimen alimenticio; si se toman entre comidas, la absorción es tan completa como en el caso del fluoruro sódico ingerido con el agua. Se ha señalado la posibilidad de que la ingestión de un comprimido diario de 1 mg de fluoruro, quizás resulte menos eficaz para prevenir la caries dental debido a la rapidez con que se absorbe y se excreta, que la administración de la misma dosis a lo largo del día en pequeñas cantidades, por ejemplo: mediante el suministro de agua potable fluorurada. En vista de ello se ha propuesto el empleo de comprimidos de acción retardada constituida por una mezcla de fluoruros solubles y poco solubles.

La administración sistémica de fluoruros en forma de gotas, tabletas o pastillas, puede reducir en forma muy notable el deterioro de los dientes cuando estos complementos se toman en forma regular, desde el nacimiento hasta aproximadamente una edad de 14 años.

1.4.3 Vehículos adicionales de ingestión de fluoruro:

Entre otros vehículos que han sido sugeridos para la administración del fluoruro debe mencionarse, en primer lugar: la sal de mesa. (13) Suiza fue el primer país que introdujo la fluoración de la sal a gran escala. (13) En Suiza, desde hace muchos años está en uso la sal de mesa fluorurada, que contiene aproximadamente 90 mg de F/kg. o 200 mg de fluoruro de sodio/ kg. Esta fuente puede contribuir con 0.5 mg aproximadamente de fluoruro por día para los adultos. (15)

Investigaciones clínicas indican que la sal de consumo fluorurada disminuye la caries dental. La sal de consumo con fluoruro es una alternativa o complemento del agua fluorurada, tiene ciertas ventajas pero también envuelve problemas obvios.

Ventajas teóricas que aparecen principalmente:

1. Razonable compatibilidad con el complemento de fluoruro en el agua de bebida
2. No hay limitación en el tamaño del equipo.
3. No hay desperdicios de fluoruro, como sucede con el agua fluorurada en la tubería.
4. La producción y el control es simple y de bajo costo.
5. Es una libre alternativa para el ama de casa, reduciendo las dificultades psicológicas.

Los principales problemas parecen ser los siguientes:

1. Distribución de la sal fluorurada puede ser limitada en área (ama de casa) con contenido de fluoruro subóptimo en el agua de beber.
2. La dosis tiene que ser determinada sobre bases de estudios clínicos de la ingesta del fluoruro cuando se use sal fluorurada.
3. Deben ser conocidas las posibles influencias del vehículo de absorción.
4. Las posibles reacciones del vehículo del fluoruro intraoral deben de conocerse.
5. Los efectos de la prevención clínica de caries deben ser conocidos en un período largo para determinar el medio de absorción.

Como la sal tratada con fluoruro sódico se ingiere con las comidas, la absorción del fluoruro es algo menor, especialmente si los alimentos son ricos en calcio. (15) Se ha propuesto el empleo del monofluorofosfato sódico, que se considera más adecuado que el NaF en algunos casos por proporcionar una absorción de fluoruro más rápida y menos dependiente de la presencia del ion calcio.

(30)

Otros de los vehículos propuestos son la leche y los cereales, pero existe la posibilidad de que el fluoruro reaccione con algunos de sus componentes y se inactiva metabólicamente. (7)

En estudios realizados con sal fluorurada, la concentración de fluoruro en la orina fue de 1.0 mg considerando como suplementos óptimos en la sal. (2)

El alto consumo de agua tiende a diluir la orina, algunos factores como: sudar, ejercicio físico, o vivir en cuartos con aire acondicionado afectará la concentración de fluoruro en la orina. (2)

Producción de la sal fluorurada:

En el agua del océano la concentración de fluoruro y NaCl son aproximadamente 1.5 y 40,000 mg/L respectivamente. La sal cruda del océano contiene aproximadamente 40 mg/L de fluoruro. Sin embargo, cuando el agua del océano se evapora por la producción de sal, la mayor parte de fluoruro se mantiene en el remanente. De acuerdo con la concentración actual de sal de océano no refinada es mucho más bajo y raramente excede de 10 mg/L.

En la sal de mina la concentración de fluoruro es más baja que las de sal del océano. (2)

Aplicación de fluoruro en la sal:

Una solución de fluoruro concentrado se rocía sobre la sal pasando debajo de una faja, esto se hace antes del secado final. La pérdida parcial de fluoruro, con aire caliente se debe de tomar en cuenta. La pérdida depende de varios factores y debe ser determinada en cada planta.

Hasta 1,981 el Swiss Rhine Salt Works (SRSW) rociaba suspensión de NaF (Solubilidad 4% de NaF , 1.8% F) sobre la sal, la cual se mezcló entonces y después se secó en aire caliente. Se encontró que este procedimiento no garantiza una constante concentración de fluoruro en la sal (debajo de las condiciones de producción de la SRSW). (2)

Interferencias en la sal:

Exámenes de laboratorio concernientes en la concentración de magnesio y otros potenciales, son necesarios debido a la interferencia de éstos en la sal provenientes del océano. No hay interacción química entre fluoruro y yodo en la sal. El yodo preserva la presencia de fluoruro en la sal, igualmente no hay interacción con Ferrocyanida. Los carbonatos son conocidos por inactivar el fluoruro. El aluminio interfiere con relación al fluoruro porque se complementa fuertemente por él y puede reducir la absorción en un 20 % en el estómago y hasta 60 % en el intestino delgado. La cantidad promedio de la ingesta de sal es de 7 a 10 gr. por día, según estudios que se han desarrollado en varios países. (10)

Diferentes tipos de sal fluorurada:

La sal doméstica, regional e internacional son las diferentes formas de la sal disponibles para el consumo humano y relacionadas con la distribución de sal. La importancia de la sal doméstica regional e internacional es relativa, y puede variar considerablemente en el país. Tres situaciones de interés especial deben considerarse para la fluoruración de la sal y son las siguientes: (2)

- a) Fluoración de la sal doméstica.
- b) Fluoración de algunos tipos de sal regional.
- c) Fluoración de ambos tipos de sal.

El agua fluorurada y la sal fluorurada constituyen una medida dentro de una buena salud del programa profiláctico, las aplicaciones tópicas de fluoruro son tan importantes como el fluoruro sistémico, las cuales son ingeridas con el agua y la sal. Ambas pueden reducir rápidamente la caries, sin embargo, una dieta balanceada puede considerarse también importante.

1.5 VÍAS DE ACCESO PARA LA INCORPORACIÓN DEL FLUORURO AL DIENTE:

Existen 3 vías principales de acceso del fluoruro al diente y en especial al esmalte, que son las siguientes:

- a) **Vía endógena:** Esta vía provee especialmente el fluoruro para ser incorporado a los tejidos duros, en todas las fases de formación de la corona, es decir, en el estadio pre-eruptivo. Esta incorporación se hace en forma centrífuga, desde la pulpa, hacia la cual el ion es vehiculizado por la sangre, de la cual es un componente normal, pero cuya concentración puede ser aumentada. (2)
- b) **Vía exógena:** Incorporación del fluoruro a la superficie libre del esmalte. En los dientes ya mencionados, es una vía que actúa en forma centrípeta, a partir del contacto de los fluoruros con la superficie externa del esmalte. (2)
- c) **Vía mixta:** Es la más importante, porque el fluoruro puede abordar la superficie del esmalte, antes y después de su erupción. Es la que se consigue mediante la fluoración que provee el fluoruro deberá ser incorporado a la totalidad del diente, desde las etapas de crecimiento y calcificación, y luego, una vez formada la corona permite que haya una incorporación superficial importante durante la etapa pre-eruptiva y una complementaria y vitalicia después de erupcionado el diente. (15)

1.6 FLUORURO EN LA DIETA DIARIA DEL HOMBRE

El total del fluoruro en la dieta está afectado, no solamente por la cantidad del alimento, sino también por una serie de factores que incluyen:

- a) La naturaleza del alimento, lo cual está determinado por el valor cuantitativo de los alimentos en la dieta.
- b) La técnica de preparación de los alimentos.
- c) La cantidad de fluoruro en el agua usada para preparar el alimento.

- d) El contenido del fluoruro en condimentos y preservantes.
- e) La posible transferencia de fluoruro al recipiente utilizado en la cocción de alimentos.

El flúor no se precipita durante la cocción y no es perdido grandemente por el consumidor y a consencuencia de la evaporación durante la preparación aumenta la concentración de fluoruro de 1.5 a 3 veces.

Al hervir el agua es de importancia saber que, hervir el agua fluorurada en utensilios de aluminio puede causar una reducción de 50% en las concentraciones de fluoruro iónico. (3) En el caso de los fluoruros ingeridos en los alimentos el agua u otras bebidas y las preparaciones fluoradas, el interés reside en la cuantía del fluoruro absorbido. Cuando el fluoruro se administra con un fin concreto (bien en dosis óptimas para la prevención de la caries dental o a grandes dosis durante un corto período de tiempo para el tratamiento de la osteoporosis) es esencial que el ion fluoruro sea absorbible.

Posible cantidad de fluoruro en la dieta diaria:

Considerando que los alimentos en la dieta diaria pesan 2 kg. y el contenido promedio del fluoruro en los alimentos es de 0.3 a 0.5 mg/kg., una persona podría estar recibiendo 0.6 a 1 mg de fluoruro por día en los alimentos.

Otra forma de hacer cálculos tentativamente, sería considerando el contenido promedio de fluoruro por grupos de alimentos así:

I	pan y cereales	0.6 mg/kg.
II	vegetales y frutas	0.2 mg/kg.
III	carne y pescado	0.4 mg/kg.
IV	leche y derivados	0.2 mg/kg.

Una dieta balanceada en el adulto debería consistir en:

600 gr. de alimentos del grupo I

600 gr. de alimentos del grupo II

250 gr. de alimentos del grupo III

500 gr. de alimentos del grupo IV

1.7 METABOLISMO DE LOS FLUORUROS

La homeostasis del fluoruro se realiza con eficiencia por medio de dos mecanismos principales: depósito en el esqueleto y excreción en la orina. Otras rutas de eliminación del fluoruro son: la saliva y las secreciones gastrointestinales, el sudor, las heces, la leche y el feto en desarrollo.

(2)

Las concentraciones urinarias más altas de fluoruro se producen 2 horas después de la ingestión de una dosis pequeña de fluoruro de sodio, pasando a la orina alrededor de 35% de la dosis en 3 horas y casi todo el fluoruro se excreta en 12 horas. (3)

En niños pequeños, sin exposición, de 1-6 años de edad, las cantidades pequeñas de fluoruro de sodio administradas se excretan de 20 a 30% pero esta proporción sube a 50-60% en los adultos.

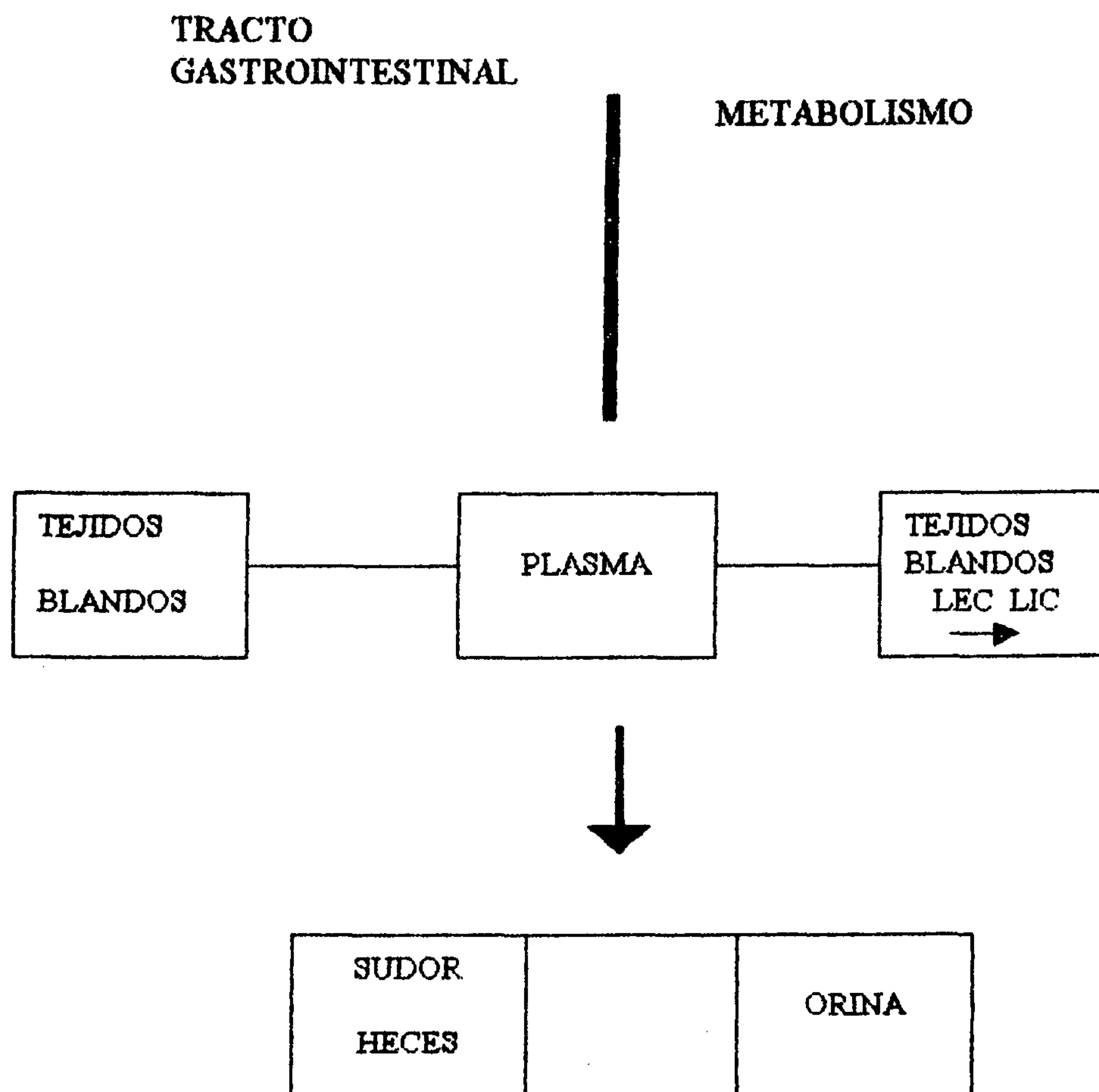
(19) En la enfermedad renal avanzada la excreción urinaria del fluoruro se altera, conduciendo a un aumento en la incorporación del fluoruro en el hueso, acompañado posiblemente en el anciano de concentraciones plasmáticas elevadas. (3)

El metabolismo de los fluoruros se refiere a su absorción, distribución y excreción. El conocimiento detallado acerca de este tema, se requiere debido al grado de retención de fluoruro en todo el cuerpo, el cual está asociado con los efectos benéficos hasta ciertos niveles de ingesta, más allá de éstos, pueden aparecer efectos adversos tales como la fluorosis dental.

El fluoruro sistémico se incorpora al esmalte en la etapa pre-eruptiva, principalmente en la última fase del desarrollo de los órganos dentarios y en los primeros años después de la erupción.

La protección post-eruptiva tiene diferentes grados de efectividad de acuerdo al tiempo de exposición y frecuencia de consumo de fluoruro, así como de la dosis suministrada (Bio aspectos generales sobre el equilibrio sistémico y el metabolismo de los fluoruros). (3)

METABOLISMO GENERAL DEL FLUORURO (19)



La relación entre la ingesta y retención de fluoruros no puede describirse mediante una simple ecuación. Esto último es cierto, tanto cuando se comparan diferentes individuos como cuando un mismo individuo es considerado.

Esta complejidad se deriva del hecho de que los aspectos cuantitativos del metabolismo de los fluoruros pueden ser diferentes, tanto en distintas personas como en una misma, en distintas épocas.

1.8 ABSORCIÓN DEL FLUORURO

Debe ser definida como el transporte de materiales a través del volumen del tracto gastrointestinal, donde son absorbidos, por los capilares y distribuidos por todo el cuerpo, para su utilización.

Sólo los estudios sobre el metabolismo humano proporcionan datos suficientes respecto a la proporción de fluoruros que se absorbe en relación con la cantidad ingerida. (4) Conviene recordar algunos aspectos generales:

1. Los fluoruros pueden proceder de fuentes orgánicas o inorgánicas.
2. Los compuestos inorgánicos de fluoruro se pueden clasificar en solubles, insolubles e inertes.

Los compuestos orgánicos, en función de su solubilidad, liberan iones fluoruro que posteriormente son absorbidos. En relación a los efectos del fluoruro, es importante indicar que solamente el ion fluoruro desempeña un papel importante. (5)

El fluoruro ingerido es rápida y casi completamente absorbido, a menos que haya sido ingerido en forma de sales insolubles o compuestos orgánicos. (11)

En el caso de los compuestos de fluoruro poco solubles es incompleta y depende de la solubilidad, de las propiedades físicas de los cristales, del tamaño de las partículas, del tipo de ingestión, etc.

Los compuestos del fluoruro inerte son tan estables que no liberan iones de fluoruro, por lo tanto la absorción es nula.

Los compuestos fluorurados orgánicos (fluoroacetatos, fluorfosfatos, hidrocarburos fluorados, etc.) se absorben o inhalan como tales, pues no dan lugar a fluoruro. (5)

(2) Clasifica la ingesta de fluoruro en adultos de la siguiente manera:

0.1 - 0.6 mg F - día ingesta muy baja

0.7 - 1.4 mg F - día ingesta baja

1.5 - 4.0 mg F - día ingesta óptima

Actualmente ésta clasificación es reconocida por diferentes comisiones científicas de los Estados Unidos, ya que es necesario recordar que los adultos excretan un 50% del fluoruro ingerido. (2)

1.9 MECANISMO Y LUGAR DE LA ABSORCIÓN DEL FLUORURO

La absorción de fluoruros es un proceso esencialmente pasivo, en el que no participa ningún mecanismo activo de transporte. (15) La absorción como fluoruro se realiza mediante un mecanismo de difusión, que es modificado por la edad y la ingesta anterior. (2)

Después de su absorción el fluoruro es distribuido por los líquidos extracelulares, siendo metabolizado en el organismo en dos formas:

- a) Se produce el depósito, principalmente en el tejido óseo y dentario.
- b) Excreción por vía renal.

En la etapa de depósito, la cantidad retenida se ve influenciada en primer lugar por la edad, ya que en los niños con tejidos duros en formación, puede haber una retención del 50% de la dosis diaria ingerida; en el adulto solo se retendrá del 2 al 10%, mientras que en la vejez, en base a estudios realizados el incremento de la fijación del fluoruro, contrarrestaría la osteoporosis senil. (14, 18)

En segundo lugar, también influye la ingesta previa, ya que cuando menor sea la demanda existente, mayor será la eliminación, que si bien se cumple casi totalmente por el riñón, existe también una pequeña excreción fecal de fluoruro no absorbido, habiendo además, pequeñas cantidades en la leche, la saliva y la transpiración, pudiendo llegar esta última a cantidades apreciables en épocas y zonas calurosas.

Otro factor que hace variar la absorción del fluoruro es la presencia de calcio, el cual en presencia de fluoruro precipita en forma de fluoruro de calcio. Esta sal es muy poco soluble y disminuye sensiblemente la presencia de fluoruro libre. Esta acción bloqueadora de calcio, fue

demostrada experimentalmente por Sognaes y colaboradores, quienes observaron que al suministrar fluoruro con agua destilada, se obtenía una absorción del 90% mientras que, si se le agregaba una pequeña porción de cloruro de calcio, la absorción descendía al 25%.

Más del 95% de la absorción del fluoruro ingerido ocurre a través de la mucosa gastrointestinal, ganando acceso a los fluidos y tejidos del cuerpo humano. La absorción también puede ocurrir a través de la mucosa bucal, particularmente de soluciones aciduladas, pero la tasa es muy baja comparada con la absorción gastrointestinal. (2, 11, 1)

Como se observó con anterioridad este proceso es realizado por difusión directa y simple, más que por transporte activo, que requiere energía y procesos enzimáticos.

La tasa de absorción de los fluoruros que se ingieren es usualmente rápida, toda vez que se trate de fluoruros solubles en agua y que los iones que puedan combinarse con los fluoruros solubles estén en muy bajas concentraciones (calcio, magnesio, hierro, aluminio).

Generalmente, se acepta que si se reúnen éstas condiciones, la mitad del tiempo para la absorción es de aproximadamente 30 minutos (el tiempo que toma absorberse el 50% del remanente del fluoruro no utilizado). Hasta el 75% de una dosis ingerida se absorberá en la primera hora y aproximadamente el 90% en 8 horas. Los niveles de fluoruro en el plasma aumentan en las mediciones antes de los primeros cinco minutos que siguen a la ingestión. Esto indica que a diferencia de muchas otras sustancias, los fluoruros son rápidamente absorbidos a través de la mucosa gastrointestinal. (1)

Este proceso es influenciado por el pH del medio, y si éste es menor de 3, la mayor cantidad de fluoruro está en forma de HF (gas), cuyas moléculas, por ser de volumen más pequeño que el ion fluoruro, se difunden más rápidamente; por esto al ser el pH del estómago de 1 a 3, llega a una rápida penetración y absorción directamente desde este órgano. (4)

Estudios realizados en animales de laboratorio han demostrado que la tasa de absorción de los fluoruros a partir del estómago es mayor cuando la acidez de su contenido alcanza el punto máximo. Este hallazgo sugiere que la difusión del ácido débil, ácido fluorhídrico (HF; $pka = 3.4$), es el mecanismo subyacente de la absorción. Por lo tanto, la magnitud y el tiempo que toman los fluoruros para alcanzar su punto máximo en el plasma, están inversamente relacionados con el pH del contenido gástrico. (1) Se ha mostrado que:

- a) Existe una relación directa entre la velocidad de la difusión y el área de la pared intestinal a través de la que tiene lugar éste proceso.
- b) Que los tóxicos enzimáticos (ej. cianuro sódico, yodoacetato sódico o 2.4-dinitrofenol) no alteran la difusión de dentro a fuera de las distintas partes del intestino.
- c) Las variaciones de la temperatura entre 30 y 37 grados centígrados no ejercen influencia alguna en la absorción el fluoruro a través del intestino.

Estas observaciones indican que los fluoruros se absorben por un proceso de difusión normal a través de la pared gastrointestinal. (14)

La absorción de los fluoruros disueltos en el agua potable es casi total (86 - 97%) y no depende de la concentración del ion fluoruro que puede variar desde vestigios hasta 8 mg o más.

Se sabe que, entre todos los elementos inorgánicos que se encuentran en el agua potable, solo el calcio y el magnesio suelen alcanzar una concentración suficiente (de 1 mg/L en las aguas muy blandas, a 100 mg/L en las muy duras) para combinarse con el ion fluoruro. Se ha señalado que en las aguas potables que contienen 1 mg/L de fluoruro, de 0.03 a 2.8% de éste se encuentra unido al calcio y el 0.3 al 2.8 al magnesio según la dureza del agua. No obstante, en cualquier agua potable con un contenido de fluoruro hasta 16 mg/L y un pH de 5 o más.

Tanto los compuestos del fluoruro que se encuentran naturalmente en el agua como los que añaden a la de abastecimiento público (NaF, HF) con el objeto de aumentar

hasta un mg/L la concentración de fluoruro, libera iones de fluoruro que son absorbidos casi totalmente en el conducto gastrointestinal. (15)

Todas las bebidas contienen, como es lógico, fluoruros presentes en el agua utilizada para su preparación. Este fluoruro se absorbe en la misma medida que el contenido en el agua. Tampoco existe diferencia alguna entre el agua corriente, las aguas minerales y los vinos (que pueden contener hasta 10 mg/L y 6 mg/L de F, respectivamente) en lo que se refiere a la absorción de iones fluoruro.

La absorción de los fluoruros presentes en la leche y en el té se ha estudiado utilizando ^{18}F y concentraciones de F de 1 y 4 mg, han sido reportados. Se ha observado que la absorción del fluoruro ingerido con la leche es más lenta que la del ingerido en el agua, si bien los porcentajes finales de absorción son casi iguales, se estima que este retraso de la absorción podría deberse a la coagulación de leche en el estómago y a una difusión incompleta de los fluoruros.

El té es una fuente natural de fluoruro relativamente importante, el contenido de fluoruros varía según los tipos de té entre 3.2 y 400 mg/L en peso del producto fresco. El té que se consume diariamente contiene unas 100 mg/L de fluoruros; de esta cantidad se extrae un 90% al preparar la infusión, con lo que la concentración de fluoruro de esta viene a ser de 1 mg/L. Se ha demostrado que el fluoruro del té se absorbe algo más difícilmente que el del agua. (15)

La absorción de los fluoruros presentes en los alimentos depende la solubilidad de los fluoruros orgánicos presentes en la dieta y de la riqueza en calcio de esta.

Aproximadamente se absorbe el 80% de los fluoruros existentes en la alimentación humana. Si se añaden compuestos de calcio (fosfatos o carbonatos cálcicos) o de aluminio, la absorción disminuye de una manera notable (hasta un 50%) debido a que el fluoruro se combina para dar compuestos menos solubles con el consiguiente aumento de la cantidad eliminada de las heces.

Los compuestos de fluoruro solubles que se añaden a la dieta normal del hombre se absorben con la misma facilidad que si estuvieran disueltos en agua, mientras que la absorción de los compuestos de fluoruro menos solubles añadidos a los alimentos, es un 20% menor. (15)

1.9.1 LUGAR DE ABSORCIÓN

Los trabajos con el isótopo radioactivo de flúor F18, realizados en el hombre y en los animales domésticos hacen pensar que la absorción de los fluoruros se efectúa en el estómago y porciones del intestino delgado, a juzgar por la rápida aparición de éstos en la sangre. Los experimentos in-vitro han demostrado el paso del ion fluoruro a través de la pared gástrica como del conducto intestinal.

Según estudios realizados en animales, el fluoruro se absorbe en la totalidad del conducto gastrointestinal, y posiblemente en el hombre suceda lo mismo. El fluoruro se absorbe rápidamente y se excreta al poco tiempo por la orina, donde en las 12 horas siguientes a la ingestión, puede encontrarse por lo menos el 75% de fluoruro. (14, 15)

El fluoruro puede penetrar ocasionalmente en el organismo por absorción cutánea, por ejemplo cuando se maneja fluoruro de hidrógeno. La absorción de fluoruro en forma de fluoruro de hidrógeno, vapores o polvo de compuestos fluorados pueden tener importancia en el campo de la higiene del trabajo. La absorción del fluoruro por los pulmones es rápida y casi total. (15)

1.10 DISTRIBUCIÓN DE LOS FLUORUROS

Debido a la presencia casi universal del fluoruro en los alimentos y en agua, la ingestión de este elemento es inevitable y muy probablemente se ha producido a lo largo de todo proceso evolutivo del hombre. Esta circunstancia explica la presencia constante de fluoruro en los tejidos y en los líquidos orgánicos. (15)

Después de la absorción, los fluoruros pasan a la sangre para su distribución en todo el cuerpo y su excreción parcial. (1)

Las concentraciones plasmáticas normales del fluoruro se ubican entre 0.02 a 0.05 ug/ml cuando se tiene una ingesta óptima de 1.5 a 4 mg por día; en colectividades con agua fluorada a razón de 1 mg/L el nivel de fluoruro en el plasma en ayunas, es de 0.02 mg/L aproximadamente y su concentración en orina es unas 50 veces mayor. (3) Después de la ingestión de fluoruros (dieta, agua) y su absorción, su concentración en el plasma empieza a subir casi de inmediato, antes de los 5 minutos, hasta alcanzar su valor máximo una hora después. De tres a seis horas después se aproxima a los niveles anteriores de la ingestión. (4) El plasma constituye un medio adecuado para determinar el contenido de fluoruro en los líquidos orgánicos.

Los resultados son más precisos que en la sangre completa, debido a la desigual distribución de fluoruro entre los glóbulos rojos y el plasma. A igualdad de volumen, el contenido de fluoruro de los hematíes equivale al 40-50% del plasma, en el que se encuentran las tres cuartas partes de fluoruro hemático total.

Existen en el organismo mecanismos reguladores que mantienen casi constante la cantidad de fluoruro en el plasma y por consiguiente en otros líquidos orgánicos. (14) Estos mecanismos entran en acción en caso de variaciones notables de la cantidad de fluoruros ingeridos con los alimentos o en presencia de ciertos procesos metabólicos anormales, con el resultado de que el fluoruro absorbido sólo produce una variación ligera y transitoria en la concentración plasmática. La regulación de la concentración de fluoruros se basa fundamentalmente en el gran volumen de líquidos extracelulares en los que se diluye el fluoruro absorbido. (14)

Las concentraciones de fluoruro en el plasma y otros fluidos orgánicos no son regulados homeostáticamente a niveles fijos como se creía, sino por el contrario ellos reflejan el nivel de ingesta de fluoruros en el individuo. (1)

La concentración de fluoruros en el plasma de adultos que viven en un área donde el agua contiene el ion fluoruro a un nivel de 1 mg/L, es aproximadamente 1.0 micromoles por litro 1.0 micromoles = 0.019 mg/L.

Tal como se indicó anteriormente, la ingesta es sólo un aspecto de ese asunto. Los niveles de fluoruro en el plasma, orina y tejidos, también son influenciados por los aspectos cuantitativos del metabolismo de los fluoruros en cada individuo, al grado que ellos pueden no estar directamente relacionados con la ingesta de los fluoruros. (1)

Del plasma, los fluoruros se difunden hacia los fluidos extra e intracelulares de la mayoría de los tejidos blandos donde rápidamente se establece una distribución de equilibrio dinámico. Se exceptúan los tejidos del cerebro y del tejido adiposo, donde la penetración es lenta y las concentraciones de fluoruro son relativamente bajas. (1) El término "equilibrio dinámico" indica que las concentraciones de fluoruro en los fluidos extra e intracelulares no son iguales, además de que cambian proporcional y simultáneamente. (3)

De esta manera, después de consumir sal fluorurada o fluoruro de otras fuentes, se da un incremento temporal en los niveles de fluoruros del plasma y de otros fluidos en el cuerpo humano. Estos fluidos incluyen los especializados, la saliva de los conductos salivares, el fluido del surco gingival, la bilis y la orina. Durante el curso del día y de acuerdo al patrón de ingestión; los fluidos orgánicos elevan sus niveles de fluoruros y luego caen varias veces. (3)

Mientras los niveles en plasma aumentan, las concentraciones de fluoruro en los diferentes tejidos blandos también se elevan. El punto más alto de los niveles en el plasma usualmente sigue en una rápida caída en la concentración. Esto se debe a que la cantidad total de fluoruro ha sido absorbida y a que una rápida clarificación del plasma ocurre en los riñones y los tejidos calcificados. (3)

Por el comportamiento del fluoruro en el plasma descrito anteriormente, perfectamente se puede llevar a cabo el control de ingesta de fluoruro; sin embargo, es importante considerar que la punción venosa para la obtención del plasma, representa un primer obstáculo en estudios de población, tanto por su alto costo como por la poca participación en forma voluntaria de las personas seleccionadas; además de las concentraciones tan bajas de fluoruro en el plasma nos lleva a límites de sensibilidad del electrodo específico, usado para su medición, usando el método de difusión y no el directo, aumentándose el costo y el tiempo de análisis. (5)

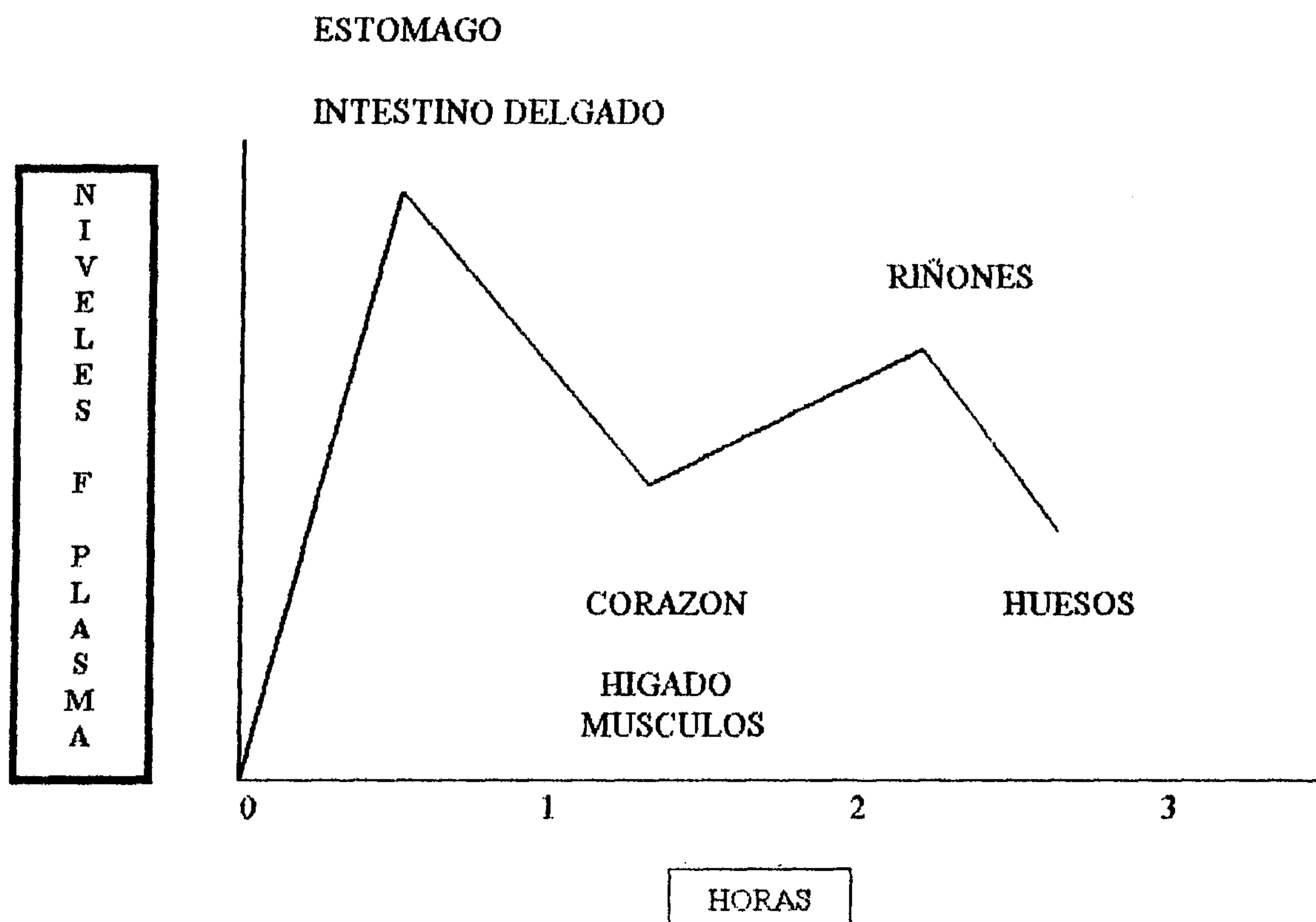
Es importante tomar en cuenta que las concentraciones de fluoruro de la orina que entra en la vejiga, concuerda minuto a minuto con los niveles de fluoruro en el plasma aún cuando los niveles de fluoruro en la orina son más altos. (3)

El fluoruro posee una notable afinidad por los tejidos duros y se encuentran en todas las muestras de huesos y dientes analizadas. Posiblemente ello se debe a que no existe alimento alguno ni agua natural que no contenga fluoruros, aunque sea en forma de indicios o cantidades muy pequeñas, siempre se encontrará en tejidos duros el 50% y el resto será excretado.

La proporción de los fluoruros retenida en diferentes partes del esqueleto y los dientes depende de la cantidad ingerida y absorbida por el organismo, de la duración de la exposición al fluoruro y de la localización, el tipo y la actividad metabólica del tejido. (15)

Debido a la gran afinidad del fluoruro por la apatita, los tejidos calcificados adquieren, las más altas concentraciones del ion de todos los tejidos, aproximadamente el 99% del ion fluoruro se asocia a estos tejidos. (11) En ellos existe fundamentalmente en forma de fluorapatita. En esta fase está grandemente unida a los minerales, pero no es irreversible.

**FIG. 1 CAMBIOS DE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN PLASMA
DESPUES DE LA INGESTA DE PEQUEÑAS CANTIDADES DE ION**



Se muestran los tejidos principales que determinan el curso. Las concentraciones no son indicadas; dependerán de la dosis. El punto más alto usualmente se alcanza entre 30 y 60 minutos.

En los tejidos calcificados, la concentración de fluoruro va en disminución en este orden: cemento, hueso, dentina y esmalte. Los tejidos calcificados, normales o ectópicos, tienden a fijar fluoruro, existiendo una relación lineal entre el contenido de fluoruro del esqueleto humano y aguas potables. Esto se debe a que la mayor parte del fluoruro que se ingiere proviene del agua, aunque esta aportación puede variar. El fluoruro se fija en la matriz cristalina mineral de los huesos y dientes, y posiblemente también en la superficie de los cristales. (15)

El factor que más fuertemente influencia la toma de fluoruro por los tejidos calcificados es la edad de las personas, es decir, el estado de desarrollo del esqueleto. (3). Existen varios hallazgos relevantes en estudios hechos en humanos. (15) y colaboradores informaron que la concentración de

fluoruro en muestras de orina de niños fue aproximadamente la mitad de la encontrada en adultos. (15)
por su parte informó que las concentraciones de fluoruro en la orina de niños de 1 a 3 años de edad, eran tan sólo la mitad de aquella de niños de 4 a 6 años de edad. (15)

El cambio rápido de los tejidos esqueléticos durante el crecimiento, es un factor en la retención esquelética de fluoruro. La "creación" de fluoruro durante el crecimiento rápido del esqueleto resulta esencialmente en dos mecanismos:

- a) La actividad metabólica mayor de los constituyentes del hueso recién formado con la mayor deposición de fluoruro.
- b) La incorporación de fluoruro en los tejidos cuando crecen y aumentan de tamaño.

Un tercer factor que podría considerarse, es la ausencia de grandes cantidades de fluoruro anteriormente depositado.

Los factores que determinan la incorporación del fluoruro a las estructuras dentales son esencialmente los mismos que en el caso de los huesos. Al igual que estos, los dientes también fijan el fluoruro más rápidamente durante el período del crecimiento y del desarrollo. Sin embargo, el tejido dentario se diferencia de los huesos en que una vez formado, no se reestructura. Por otra parte, la poca permeabilidad de la dentina madura y sobre todo del esmalte, determina una reestructuración iónica que no se observa en el tejido óseo. En las fases iniciales de la odontogénesis, la escasa calcificación apenas dificulta el transporte iónico. Por lo tanto, durante los períodos de formación y calcificación es máxima la absorción de fluoruro por la dentina y el esmalte.

Aún después de terminado el crecimiento, la fijación de fluoruro es apreciable durante algún tiempo, probablemente porque los dientes incompletamente calcificados prosiguen su proceso de mineralización. (15)

1.11 EXCRECIÓN DE LOS FLUORUROS

El fluoruro es un elemento osteotrópico y constituye un excelente ejemplo de elemento acumulativo, por la característica de su deposición en el hueso, la exposición de grandes concentraciones de fluoruro en el sistema óseo, si no también por ciertos efectos nocivos, el problema de la eliminación es muy importante.

El fluoruro, se excreta en la orina, la piel descamada, las heces, el sudor y la leche. (7)

1.11.1 EXCRECIÓN FECAL

Aproximadamente del 5 al 10% de la excreción diaria de fluoruro se realiza por esta vía; sin embargo, si la alimentación contiene compuestos de fluoruro relativamente insolubles o que precipitan el fluoruro (sales de calcio o aluminio), la excreción fecal puede ser considerablemente mayor, llegando hasta el 30% o más. Por lo anterior, además de lo difícil de manipular este tipo de materia y la dificultad de extraer cantidades exactas de la misma, son razones que no permiten que se realicen exámenes de rutina con este tipo de muestra. (15)

1.11.2 EXCRECIÓN POR EL SUDOR

En un ambiente confortable la pérdida diaria de fluoruro por el sudor es probablemente insignificante. En individuos sometidos a una temperatura de treinta grados centígrados aproximadamente y a una humedad relativa del 50%, el fluoruro eliminado por el sudor puede representar el 25% de la excreción diaria total.

Lo difícil de la recolección de este tipo de muestra no permite evaluaciones de poblaciones así como la determinación de la excreción en 24 horas. (15)

1.11.3 EXCRECIÓN POR LA SALIVA

Sólo una cantidad insignificante del fluoruro total ingerido se excreta por la saliva.

En muestras de saliva humana, han encontrado menos del 1% de la actividad del fluoruro reactivo ingerido. (15)

Las concentraciones de fluoruro en la saliva son probablemente muy semejantes a las que se encuentran en la sangre. Actualmente, sólo se dispone de datos fragmentarios sobre la secreción y el contenido salivar en el hombre. En una persona que ingirió ocho mg de fluoruro en tan solo dos horas después se encontró fluoruro en la saliva.

1.11.4 EXCRECIÓN POR LA LECHE MATERNA

El fluoruro es un componente natural de la leche humana. Su concentración en esta varía entre menos de 0.1 mg/L y 0.2 mg/L es decir, es casi igual a la que se encuentra en el plasma. La excreción láctea del fluoruro ingerido por consiguiente es prácticamente despreciable. (15)

Las concentraciones elevadas de fluoruro en el agua potable o la ingestión de un suplemento de fluoruro pueden determinar un aumento en la concentración de éste en las mujeres lactantes. aumento que puede ser de 15 al 40% si se administra un suplemento diario de 5 mgs. de fluoruro. (15)

En el hombre, la absorción del fluoruro administrado con la leche es más lenta que la del ingerido con el agua potable, pero no por ello es menos completa. (15)

1.11.5 EXCRECIÓN URINARIA

La principal vía de excreción del fluoruro es la urinaria, siendo ésta la que mantiene el equilibrio fisiológico, ya que a mayor ingesta, mayor excreción. (15) La cantidad de excreción está gobernada por varios factores:

- a) La ingesta total de fluoruro.
- b) La forma de la ingestión.
- c) El carácter regular o accidental de la exposición del individuo, sobre todo en lo referente a enfermedades renales avanzadas. (15)

En los adultos la excreción urinaria de fluoruros en 24 horas suele oscilar entre el 40% y el 60% de la ingestión diaria, considerándose como una regla que lo excretado representará el 50%, aunque no es infrecuente observar valores fuera de este margen, ya que en la excreción intervienen

variables de la excreción renal como: ritmo de filtración glomerular, velocidad de flujo urinario (valores en plasma mayores de 0.6 mg/L pueden provocar un aumento pasajero de la velocidad del flujo urinario) y el pH de la orina, con una alcalinidad más grande da un promedio más alto de excreción del fluoruro.

Por consiguiente la orina constituye el fluido orgánico que presenta las mejores características para evaluar la ingesta de fluoruro como son: su alta concentración con respecto a otros fluidos, su fácil obtención, excreción en forma inmediata, etc. (15)

1.11.6 INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE INGESTIÓN DEL FLUORURO:

Se considera que la concentración de fluoruro en la orina por unidad de tiempo es uno de los mejores indicadores de la ingesta de éste ion. Ahora bien, al analizar la importancia de la concentración urinaria es conveniente distinguir por lo menos dos grupos de individuos basándose en las condiciones en que ingieren el fluoruro. (15)

Individuos cuya ingestión normal es bastante constante: La concentración de fluoruro urinario puede variar en ellos si ingieren cantidades variables de éste con la alimentación usual, o si beben cantidades variables de agua potable. (7) El total ingerido a través de los productos alimenticios (excluyendo el agua) alcanza un promedio aproximado de 1 mg por día en comunidades no fluoradas y de dos a tres mg diarios en poblaciones fluoradas 1 mg/L en los Estados Unidos. (13) Estos valores son considerablemente mayores que los de hace 15 a 20 años, considerando un consumo de 1500 mls. diarios de agua potable, el total de fluoruro ingerido alcanzaría promedios de 1.2 mg por día y 3.5 a 4.5 mg por día, respectivamente. La ingesta en los niños es proporcionalmente menor dependiendo de la edad y del peso corporal. (13)

Sin embargo, la ingestión, la excreción urinaria y las concentraciones óseas de fluoruro tienden a alcanzar al menos superficialmente un estado de equilibrio en estudios a lo largo de meses. En la

mayoría de estos grupos la concentración urinaria de fluoruro suele ser bastante baja (1-2 mg/L o menos). (15)

Ciertos grupos, sin embargo, están extraordinariamente expuestos por diversas razones: exposición laboral, presencia de fuertes concentraciones de fluoruro en el agua potable, o consumo excesivo de agua por la elevada temperatura del ambiente, etc. En estos grupos se encuentran concentraciones de fluoruro mucho más altas pero es de suponer que también acaban por alcanzar un estado de equilibrio. (15)

La ingesta de fluoruro en los lactantes merece un comentario especial. Hay poca evidencia que demuestre que la exposición prenatal al fluoruro protege los dientes primarios contra la caries dental. Sin embargo, la administración de fluoruro a los lactantes es decisiva para la protección de la dentición primaria. Ya que la leche tiene un contenido más bajo de fluoruro (0.05-0.1 mg/L), la suplementación con fluoruro de los primeros 12 a 18 meses de vida es necesaria para obtener máxima protección. (13)

Individuos que a intervalos irregulares sufren una exposición al fluoruro leve pero intensa. Estos sujetos se mantienen relativamente inexpuestos en el sentido que sus tejidos óseos no están en absoluto saturados, en períodos transitorios en que la ingestión de fluoruros es elevada los procesos de ingestión y excreción tienden a depositar la mitad del exceso de éste en los huesos y a eliminar por la orina el resto. (15)

1.11.7 EXCRECIÓN DE FLUORURO EN LOS INDIVIDUOS CONSTANTEMENTE EXPUESTOS:

En el hombre la concentración de fluoruro depende en gran parte de la concentración de éste en el agua potable, ambas son casi equivalentes. (15) (fig. 2)

En poblaciones donde el agua está libre de fluoruro el contenido de éste en la orina de adultos oscila entre 0.3 y 0.5 mg/L. En el agua fluorurada artificialmente la concentración urinaria de fluoruro

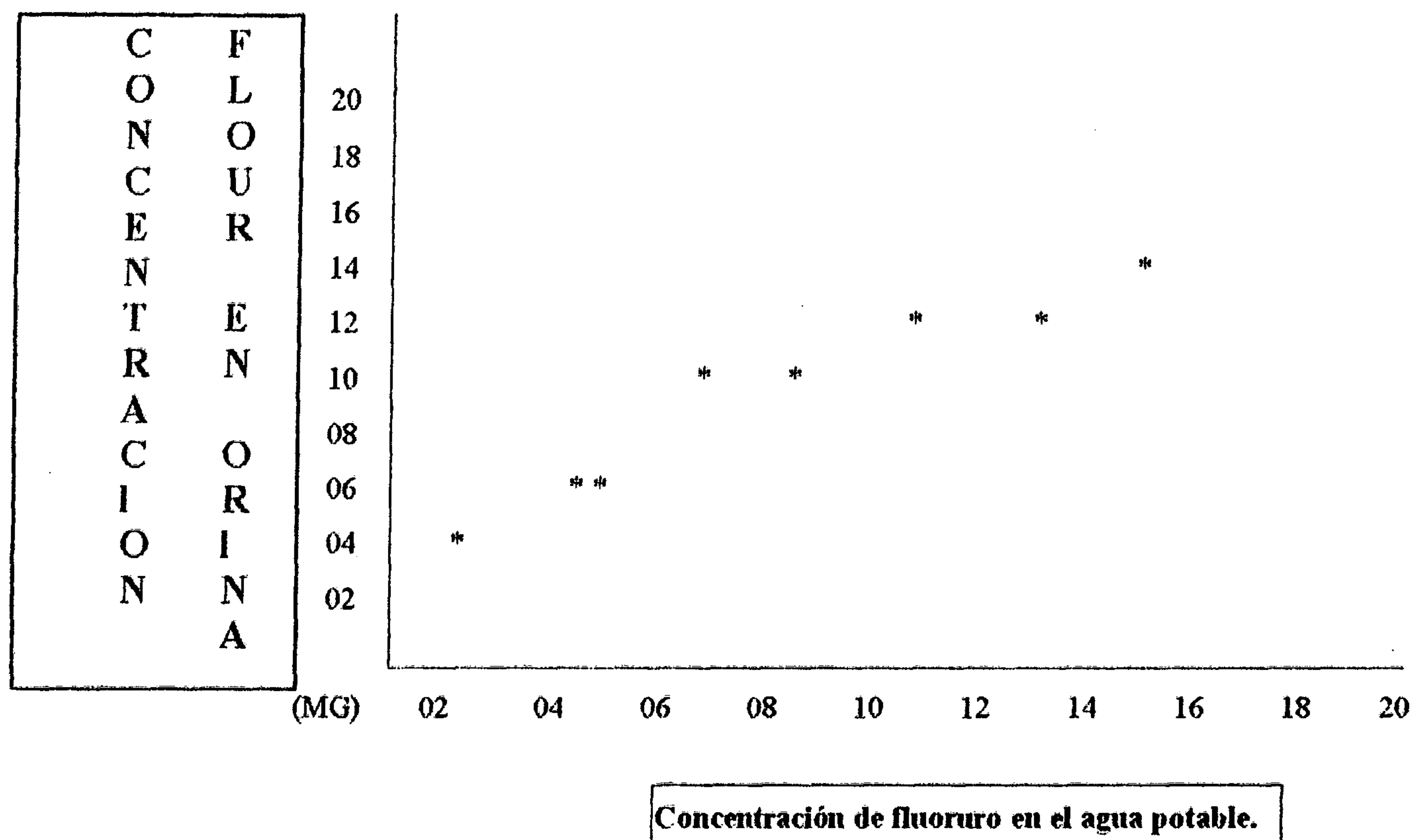
en adultos aumentó en un lapso de 1 a 6 semanas a 1 mg/L. Las personas que han residido mucho tiempo en poblaciones que consumen agua fluorurada y en las que se llega probablemente a un balance equilibrado de fluoruro, terminan por excretar una cantidad diaria de fluoruro igual a la que ingieren.

(15)

Cierta proporción de la cantidad diaria ingerida se almacena en los huesos, pero esta retención queda compensada por el fluoruro movilizándolo los depósitos del esqueleto.

Los alimentos aportan casi la mitad de la ingesta hídrica total y salvo en casos de intensa sudoración casi la mitad del agua ingerida se pierde insensiblemente por los pulmones. Así pues, el hecho que las concentraciones de fluoruro en el agua y en la orina coincidan, refleja la relación normal entre el consumo de agua potable y la excreción urinaria que tiene lugar en un estado de equilibrio de fluoruro. (15)

FIGURA No. 2 RELACIÓN ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN EL AGUA POTABLE Y EN LA ORINA DEL HOMBRE.



La concentración urinaria de fluoruro en los habitantes de poblaciones que consumen agua rica en fluoruro varía entre amplios límites, a razón de 1 mg la concentración urinaria normal oscila entre 0.5 y 1.5 mg/L (15)

1.11.8 VARIACIONES INDIVIDUALES

Las concentraciones urinarias de fluoruro varían característicamente de hora en hora, día a día y de individuo en individuo. La excreción del fluoruro es tan rápida que en la muestra de orina recogida a las tres horas de la ingestión se encuentra ya en una proporción apreciable de la cantidad total del fluoruro que se eliminará por esta vía, (20-30%). (13)

Si el individuo ingiere gran cantidad de líquidos puede emitir una orina diluida con una concentración más baja en fluoruro. También los hábitos del individuo son importantes, por ejemplo,

si bebe mucho té o consume con frecuencia algún otro alimento con alto contenido de fluoruro, excretará más fluoruro que otra persona que no consuma dichos alimentos. (15)

Como una regla, se señala que del fluoruro ingerido por personas jóvenes y adultos la excreción es del 50% y la otra mitad se deposita en los tejidos duros. Sin embargo, estos porcentajes pueden variar de un individuo a otro.

1.11.9 EXCRECIÓN DE FLUORURO EN EL EMBARAZO

Varios estudios han observado que, en las regiones donde el agua potable contiene 0.5-0.6 mg/L de fluoruro, la concentración urinaria de fluoruro desciende ininterrumpidamente desde el quinto al octavo mes de la gestación, y aumenta después pero sin llegar a alcanzar la cifra inicial. Sólo a los dos o tres meses del parto la concentración de fluoruro retorna al valor existente antes del embarazo. El fluoruro es transferido al feto en tejido fino y en mínimas cantidades.

Poco antes del parto las concentraciones de fluoruro en la sangre y en la saliva maternas parecen ser más bajas que las encontradas en la sangre de mujeres no embarazadas y en la saliva de las mismas mujeres en el cuarto mes de la gestación. El contenido de fluoruro en la orina es también más bajo poco antes del parto que a los pocos días de éste; la concentración urinaria de fluoruro después del parto es casi la misma en las mujeres lactantes y en las no lactantes. (15)

La concentración de fluoruro en la leche materna es menor que la del plasma. La leche de las madres es considerada significativa fuente de fluoruro a un infante.

El depósito adicional de fluoruro se debe probablemente, a que el sistema óseo materno es más receptivo a causa de las alteraciones óseas de carácter hormonal que se producen normalmente antes del parto. Se calcula que la cantidad total de fluoruro depositado desde el quinto al noveno mes de embarazo asciende a 30 mg a juzgar por las variaciones de la concentración urinaria de fluoruro. Suponiendo que el mineral óseo de la madre pese 3,000 g., estos 30 mg sólo aumentarán la concentración ósea de fluoruro en 10 mg/L, aumento que resulta casi imperceptible.

1.12 EFECTOS TÓXICOS DEL FLUORURO

Los estudios sobre la toxicidad del fluoruro en el hombre han despertado un gran interés a causa de la extendida idea de que los programas de prevención de la caries dental por fluoración entrañan un peligro de intoxicación acumulativa a largo plazo. El hecho de que los síntomas iniciales de la intoxicación sean poco precisos, ha introducido un elemento de confusión acerca de la posible toxicidad del ion fluoruro. (15)

Los efectos tóxicos de las dosis altas de fluoruro se manifiestan principalmente en los dientes y el esqueleto, con afectación secundaria del sistema nervioso en los casos de fluorosis anquilosante avanzada. Aunque hay pruebas experimentales de los efectos tóxicos causados por las concentraciones elevadas de fluoruro en la tiroides y el riñón, en los casos de fluorosis endémica no se ha descrito ninguna alteración clínica patente de la función de estos órganos. (15)

Las alteraciones óseas de la fluorosis endémica se caracterizan por el depósito irregular del fluoruro en los distintos huesos del cuerpo, especialmente en los de la cabeza y del tronco. Así mismo son típicas las manifestaciones radiológicas de osteoesclerosis con osteofibrosis pronunciada. La composición química de los huesos está alterada y hay un notable aumento en la cantidad de fluoruro en las cenizas del hueso. En los casos avanzados, el estrechamiento irregular del conducto raquídeo y de los agujeros de conjunción provocan complicaciones radiculomielopáticas que se suman a las lesiones óseas. (15)

1.13 DISTRIBUCIÓN EN LA PLACENTA Y EN EL FETO

La placenta es el órgano a través del cual se efectúan los intercambios de productos gaseosos, nutritivos y de excreción entre los tejidos maternos y fetales (es decir, entre sus respectivos torrentes sanguíneos, que son muy similares histológicamente). El tejido de la placenta es permeable, incluso para ciertos compuestos de elevado peso molecular como las gamaglobulinas, pero en general existe

una proporción inversa entre el peso molecular de las sustancias y su capacidad para atravesar la placenta.

Los estudios sobre el traspaso transplacentario del fluoruro se iniciaron a raíz de la demostración de la influencia de éste sobre la mineralización de los dientes y sobre la resistencia a la caries dental. La absorción y el almacenamiento del fluoruro en el feto humano y su relación con el metabolismo materno son cuestiones que merecen especial interés.

Es necesario que exista cierta cantidad de fluoruro en el agua o en los alimentos de las hembras preñadas para que aparezca una cantidad apreciable del mismo en el recién nacido.

Hay discrepancias respecto a la extensión del intercambio placentario en el hombre. En estudios que datan ya de bastante tiempo se establecieron ciertas relaciones entre la ingestión diaria del fluoruro por las embarazadas y la concentración de éste en la sangre materna, el tejido placentario y la sangre del recién nacido. Gardner y colaboradores han observado que los valores de fluoruro en la sangre y en el tejido placentario de las embarazadas eran más altos en una zona cuya agua potable contenía 1 mg/L de fluoruro que en otra abastecida con agua no fluorada. El tejido placentario contiene mucho más fluoruro que la sangre fetal tanto en las mujeres que consumen agua fluorada o comprimidos de fluoruro como en las que beben agua prácticamente exenta de ese ion. Se ha comparado las concentraciones de fluoruro en el tejido placentario, la sangre materna y la sangre fetal en mujeres que bebían agua casi exenta de fluoruro y en mujeres que recibían un suplemento de fluoruro en la leche, se observó una concentración de fluoruro notablemente más alta en la sangre materna y en el tejido placentario de estas últimas, mientras que en la sangre fetal sólo estaba ligeramente aumentada. Todos estos estudios indican que el fluoruro se acumula en el tejido placentario, que pueda actuar como una barrera parcial para proteger al feto contra las concentraciones tóxicas de fluoruro. Sin embargo, según Held la concentración de fluoruro es la misma en la sangre materna y en la fetal y el aumento consecutivo a la ingestión de suplementos de fluoruro también es

idéntico en ambas, lo que implicaría que la placenta permite pasivamente la transferencia de fluoruro al feto.

En vista de estas y otras discrepancias se han estudiado de nuevo las relaciones entre las concentraciones de fluoruro en el tejido placentario, en la sangre materna y en la sangre fetal.

CUADRO 1

CONCENTRACIÓN DEL FLUORURO EN EL TEJIDO PLACENTARIO Y EN LAS SANGRES FETALES Y MATERNA CUANDO LA INGESTIÓN DE FLUORURO ES BAJA O ELEVADA

	Ingestión de fluoruro baja		Ingestión de fluoruro elevada	
	Concentración media de fluoruro (en mg)	Desviación Estándar	Concentración media de fluoruro (en mg)	Desviación Estándar
Placenta.....	0.121	0.06	0.228	0.09
Sangre Fetal.....	0.165	0.07	0.175	0.05
Sangre Materna.....	0.150	0.06	0.234	0.10

*Según Gedalia y cols. (1954 b)

En el Cuadro No. 1 puede verse que cuando la ingestión de fluoruro es baja (agua potable con 0,1 mg/L de fluoruro aproximadamente), la concentración del mismo en el tejido placentario es inferior a las concentraciones en la sangre materna y fetal lo que indica que el paso de fluoruro de la sangre materna a la fetal sólo está ligeramente dificultado. En cambio, cuando la ingestión del fluoruro es elevada (agua potable 0,1 mg de fluoruro o administración de comprimidos de fluoruro), las concentraciones de éste en el tejido placentario y en la sangre materna son superiores a la concentración en la sangre fetal. Esta permeabilidad limitada de la placenta ante una mayor concentración de fluoruro hace pensar que la placenta interviene en la transferencia de fluoruro de la madre al feto. (15)

Ahora bien, para interpretar los valores del fluoruro placentario y el plasmático hay que tener en cuenta las dificultades microanalíticas de la determinación y las alteraciones degenerativas que ocurren en la placenta al final del embarazo. Los estudios autoradiográficos realizados con el ^{18}F en la ratona gestante revelan que la placenta a término presenta zonas calcificadas que retienen fluoruro y que reducen así la cantidad de éste que llega al feto. Este hallazgo indica probablemente el alto contenido de fluoruro de la placenta humana en la época del parto. (15)

La tolerancia relativamente grande del ^{18}F ha permitido estudiar el paso del fluoruro a través de la placenta en mujeres sometidas a abortos terapéuticos en una fase avanzada del embarazo y en relación con una esterilización. (15)

En fecha reciente se ha analizado cuantitativamente por autoradiografía la transferencia placentaria de F^{18} en las últimas fases de la gestación de la ratona (1 o 2 días antes del momento previsto del parto). En estos animales, el esqueleto fetal acumula mucho menos F^{18} que el esqueleto materno, debido a la lenta difusión del fluoruro a través de la placenta y a la gran capacidad homeostática para el fluoruro que poseen los mamíferos. Por consiguiente, una momento repentino en la sangre materna, como el producido por la ingestión de comprimidos de fluoruro o por la inyección de F^{18} durante el embarazo, no produce un aumento grande de la concentración de fluoruro de la sangre fetal. (15)

El fluoruro que pasa a la circulación fetal se fija en los huesos y dientes del feto en vías de calcificación, probablemente en forma de fluorapatita.

Los hallazgos sobre el contenido de fluoruro del fémur, de los maxilares superior e inferior y de los folículos dentarios de los fetos procedentes de una zona de Chicago de agua poco fluorada. (15)

CUADRO 2

CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN EL PLASMA MATERNO Y CORDON UMBILICAL

	CASOS	MEDIA mg/L	Desviación Estándar mg/L
Plasma materno	36	0.00673	0.00267
Plasma cordón umbilical	36	0.00628	0.00299

*Según Sánchez Julio, datos obtenidos en Guatemala, para tesis de graduación en 1981.

En el Cuadro No. 2 existe una relación entre los valores de concentración plasmática de la madre y del recién nacido siendo ella directa. La membrana placentaria no ofrece obstáculos para que se alcance un equilibrio de concentración de fluoruro en ambos lados de la misma (plasma materno – plasma del cordón umbilical) y que la concentración plasmática del fluoruro promedio de madre y recién nacido son iguales. El mecanismo de transporte del fluoruro a la placenta es pasivo por simple difusión y no cabe considerar otro tipo de transporte más complejo que sea específico para el fluoruro. (19)

En el Cuadro No. 3 no revelan una relación patente entre la cantidad de fluoruro y el peso del feto, y concuerda con los resultados de análisis más recientes de fémures, maxilares inferiores y dientes de fetos humanos de 6 – 9 meses de edad procedentes de zonas pobres en fluoruro, que tampoco indican que el contenido de fluoruro de los tejidos calcificados aumenta apreciablemente con la edad del feto.

CUADRO 3

**CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES
PROCEDENTES DE UNA ZONA POBRE EN FLUORURO
(0.1 mg DE F APROXIMADAMENTE, TEL-AVIV, 1961-63)**

Edad del feto	Número de Casos	Concentración media de fluoruro (en mg)		
		Fémur	Maxilar inferior	Dientes
6	21	39.7	42.3	30.9
7	24	40.7	39.0	34.0
8	13	42.3	38.5	31.7
9	27	43.8	46.9	40.8

CUADRO 4

**CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES
PROCEDENTES DE UNA ZONA CON AGUA MODERADAMENTE FLUORADA
(0.55 mg DE F APROXIMADAMENTE, JERUSALÉN, 1961-63)**

Edad del feto	Número de Casos	Concentración media de fluoruro (en mg)		
		Fémur	Maxilar inferior	Dientes
6	31	59.0	47.0	32.6
7	20	71.6	53.5	43.0
8	07	79.4	66.0	57.9
9	34	92.5	78.8	69.7

En las regiones de agua moderadamente y fuertemente fluoradas, el contenido de fluoruro de los huesos y dientes suele aumentar a medida que avanza la edad del feto a causa del efecto prolongado del intercambio y de los procesos de incorporación. (Cuadro No. 4)

CUADRO 5

CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES PROCEDENTES DE UNA ZONA CON AGUA FUERTEMENTE FLUORADA (1 mg DE F APROXIMADAMENTE, NEGEV, SUR DE ISRAEL 1961-64)

Edad del feto	Número de Casos	Concentración media de fluoruro (en mg)		
		Fémur	Maxilar inferior	Dientes
6	20	55.2	57.2	44.0
7	06	63.0	65.7	47.0
8	13	79.9	70.3	52.0
9	25	85.2	85.0	53.8

CUADRO 6

CONCENTRACIÓN DE FLUORURO EN CENIZAS DE HUESOS Y DIENTES FETALES PROCEDENTES DE UNA REGIÓN CON AGUA FLUORADA (1 mg DE F APROXIMADAMENTE, EVANSTON, ILLINOIS 1953)

Feto	Período de gestación	Peso del niño (g)	Resultados de los análisis (en mg)			
			Fémur	Maxilar inferior	Maxilar Superior	Dientes
1	28	880	78.9	155.6	125.5	45.8
2	35	2126	95.1	92.7	82.0	
3	21	950	89.2	78.4	82.5	
4	36	2416	121.6	120.1	111.8	89.2

Las diferencias del contenido de fluoruro de los tejidos óseos fetales procedentes de regiones de agua poco (Cuadro No. 1), moderadamente (Cuadro No. 4) y fuertemente (Cuadros No. 5 y 6), se deben probablemente a las variaciones de la concentración de fluoruro en la sangre fetal, de las que toman el fluoruro los cristales minerales recién formados.

La similitud de los valores de fluoruro en la sangre fetal (cuadro No. 1) observados con la ingestión baja, media y elevada de fluoruro pueden deberse a la rápida desaparición de éste en la sangre del feto durante la mineralización del esqueleto. También se han encontrado pequeñas diferencias de la concentración plasmática de fluoruro en adultos residentes en lugares de aguas potables con distintas concentraciones de fluoruro. La concentración de fluoruro en los huesos y dientes de fetos procedentes de zonas de aguas potables con un contenido de fluoruro moderado (cuadro No. 4) o alto, tanto natural (cuadro No. 5) como artificial (cuadro No. 6), no difiere mucho, lo que confirma la permeabilidad limitada de la placenta del hombre y de los roedores ante un aumento de la ingestión de fluoruro (15). Otra prueba de esta permeabilidad limitada es el hecho de que no se encuentre esmalte moteado, en las regiones con fluorosis dental endémica, en los incisivos temporales, que como es sabido se calcifican casi por completo en el período prenatal.

En cuanto al contenido del fluoruro de los diferentes tejidos duros del feto, a igualdad de edad el fémur suele contener más que el maxilar inferior o los dientes. Las variaciones de la distribución del fluoruro en los diversos huesos de los animales de laboratorio han atribuido a las diferencias de vascularización y de velocidad de crecimiento, que quizás también influye en las características de acumulación de fluoruro en los huesos y dientes del feto humano. (48)

El fluoruro tiene acciones sistémicas y tópicos importantes para la salud dental. En forma sistémica el fluoruro actúa sobre el diente previo a la erupción, asimilándose en estructura cristalina del esmalte. Adicionalmente, el fluoruro limita la desmineralización de las coronas de los primeros molares y de los demás dientes permanentes comienza poco después del nacimiento y continúa hasta

los 6 años de edad. La mineralización de las piezas temporales se lleva a cabo durante el período prenatal. Los efectos sistémicos del fluoruro se ejercen durante estos períodos.

Un estudio realizado sobre el efecto que tiene el consumo de sal fluorada sobre la concentración de fluoruro en la leche materna, realizado en Costa Rica, (4) revelan datos que el consumo de sal fluorada tiene efectos sobre la leche materna. El niño que es amamantado recibirá el fluoruro desde los primeros días de vida mediante el contenido mineral de la leche materna. Este contenido mineral es de 3 gramos/litro en el calostro (primera semana) y de 2 gramos/litro en leches pre-término y maduro. (4)

Actualmente en Costa Rica, se cuenta con un programa nacional de fluoración de la sal, donde los costarricenses y dentro de ellos las mujeres embarazadas están consumiendo una dosis aproximadamente de 1 a 3.5 mg de fluoruro al diario, dependiendo la ingesta de sal.

Con respecto al metabolismo del fluoruro en la unidad fetoplacentaria, varios estudios, han permitido aclarar que a diferencia de las ratas, este ion pasa libremente y la placenta no constituye una barrera propiamente dicha, sino que la atraviesa depositándose tanto en los tejidos fetales como en la placenta misma. En uno de estos estudios se determinó que el nivel de fluoruro en la sangre del feto es de aproximadamente un 75% del nivel encontrado en la sangre materna. Además, en estas investigaciones se habla de que cada gramo de fluoruro administrado el 25% se fija en los huesos maternos, el 25% en los fetales y el 50% se excreta.

En lo que se refiere al fluoruro plasmático, se ha encontrado que existe una diferencia significativa, entre los niveles de fluoruro del cordón plasmático del recién nacido de madres que recibieron una dosis de fluoruro diario durante el tercer trimestre (un promedio de 58.3 microgramos/litro), con respecto al grupo control que no recibió fluoruro (27.8 ugF/l).

Por otra parte, aunque no hay un consenso sobre el grado de efectividad del fluoruro administrado prenatalmente y pre-eruptivo, varios estudios publicados por la OMS en 1986,

demostraron que la administración de fluoruro desde el período prenatal daba mayores beneficios en la dentición temporal, al presentarse porcentajes más altos de disminución en la prevalencia de la caries dental si se comparaba con grupos de niños que los recibieron a partir del nacimiento o posteriormente. Esto significa que las investigaciones actuales deben abocarse a medir el efecto real de fluoruro en etapas tan importantes. (15)

En el estudio realizado en Costa Rica de fluoruria en mujeres embarazadas expuestas a dos diferentes vías de consumo de fluoruro, comparadas con mujeres no embarazadas, se determinó que existen diferencias estadísticas significativas en el promedio de excreción de orina de las mujeres embarazadas, tanto consumiendo sal como agua fluorada. Este hallazgo nos sugiere que durante el embarazo el metabolismo del fluoruro sufre modificaciones importantes afectando a la madre como a la unidad fetoplacentaria, ya que el fluoruro ingerido por la madre se convierte en concentración sanguínea para ambos.

El fluoruro una vez que se encuentra en forma iónica y circulante en la sangre es asimilado por las distintas partes del esqueleto y los dientes en forma de fluoruroapatita. Varios hechos importantes relacionados con la concentración de fluoruro apoyan el concepto de usar estos tejidos para determinar la ingesta de fluoruro a largo plazo.

Es importante recordar aquí que a partir del cuarto mes de vida intrauterina (segundo trimestre) se inicia la formación de los tejidos duros de los dientes temporales, y que continúa hasta después del nacimiento; durante el período prenatal se ha formado la mayoría del esmalte de los incisivos centrales y laterales, superiores e inferiores; y una tercera parte del esmalte del canino de una cúspide de la primera molar y trazos del esmalte de la segunda molar. (6)

Este evento, de la formación de los tejidos duros del diente a partir del cuarto mes, el inicio de la calcificación del esmalte y la disminución de la fluoruria en el período prenatal, sugiere que existe una incorporación del fluoruro en esta etapa, y por sus características anticariogénicas ya conocidas,

debe colaborar en algún grado en la prevención de caries dental. Con respecto a esto, y como se mencionó en un inicio, algunos estudios epidemiológicos han referido que el porcentaje de disminución de la caries dental en las piezas temporales ha sido mayor cuando se ha administrado fluoruro prenatal.

Lo expresado anteriormente, no se opone a las investigaciones recientes que afirman que el efecto post-eruptivo del fluoruro es más importante en la prevención que el pre-eruptivo sino que nos orienta a pensar que existe un complemento entre ambos.

Los hallazgos encontrados en estos y otros estudios obligan a seguir haciendo investigaciones en este campo para llegar a conocer con mayor certeza el nivel de efectividad del fluoruro prenatal y su colaboración en la prevalencia de caries dental de las piezas temporales.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

MONOGRAFIA DE LA REGION DE SALUD NORTE DE GUATEMALA

CARACTERISTICAS FISICAS Y DEMOGRAFICAS

La región Norte comprende los Departamentos de Alta y Baja Verapaz; colinda al Norte con el departamento de El Petén y la República de México; al sur con los departamentos de Guatemala, El Progreso y Zacapa y al oeste con El Quiché.

Su extensión territorial es de 11,810 Km. (10.45% del total de país), se agrupa en este espacio geográfico, 23 municipios. El departamento de Alta Verapaz es el de mayor extensión con 8,686 km., Baja Verapaz cuenta con 3,124 km. Fisiográficamente posee tierras altas volcánicas, cristalinas y sedimentarias y la depresión de Izabal. Su elevación varía de 940 a 1,313 mts. sobre el nivel del mar.

La población total para 1,990 era de 753,323 (8.19 % de la población de la república), con una densidad promedio de 64 h/Km. (84 h/Km. a nivel nacional). Por departamentos, Alta Verapaz tiene 493,756 habitantes y Baja Verapaz 259,567 con una densidad de 57 y 83 h/Km. respectivamente.

La poblaci3n es predominantemente rural (370,026 habitantes; 84%) mientras que la urbana apenas alcanza los 70,584 habitantes (16%). Esta situaci3n determina una fuerte dispersi3n de la poblaci3n, que en su mayoria ocupa los llamados lugares poblados (caserio, cant3n, paraje). De ambos departamentos, el mas ruralizado es Baja Verapaz, con 81% de poblaci3n rural.

La regi3n posee un alto porcentaje de poblaci3n indigena, en su mayoria monoling3e (80%), hablante de ach3, cakchiquel, pocomch3 y kekch3.

El 51% de la poblaci3n total corresponde al sexo masculino y el 49% al femenino, por lo que se estima que para 1,990 hay 104 hombres por cada 100 mujeres.

La poblaci3n menor de 5 a3os constituye el 19% del total y la menor de 15 a3os representa el 52%. El grupo adolescente de 10 a 19 a3os representa el 24%, mientras que la poblaci3n anciana solo representa el 5%. Esta distribuci3n et3rea hace que la regi3n Norte, al igual que las dem3s regiones del pa3s, conforme una pir3mide de base ancha.

ASPECTOS SOCIECONOMICOS

La base econ3mica de la regi3n est3 constituida por la producci3n de granos b3sicos, caf3, cardamomo, madera, ganado y algunos productor artesanales; bienes que se exportan al exterior del pa3s o a otras regiones. Mantiene estrechas relaciones comerciales con el Rancho, Guastatoya, Zacapa y Puerto Barrios.

La poblaci3n econ3micamente activa (PEA) para 1,989 era de 228,909 58% de la Nacional, de los cuales solamente 38% (87,679) se encontraba en calidad de ocupados y el restante 62% (95,229) desocupados o parcialmente ocupados.

1,990, la regi3n Norte contribuy3 con Q.609.70 millones al Producto Interno Bruto (3.1% del PIB nacional), que la coloca en el quinto lugar en materia de producci3n. Esta proviene, mayormente de los sectores agr3colas (47%) y comercial (18%), y de la prestaci3n de servicios p3blicos y privados (13%), el sector industrial esta poco desarrollado.

El ingreso per càpita de los trabajadores es de Q.834.30; la renta anual global de los dueños de los medios de producción alcanzò para 1,989 los Q.354.80 millones. El bajo ingreso econòmico de la mayoría de la población se traduce en imposibilidad de acceso a la canasta bàsica, vivienda, vestuario, recreación, educación, etc. Esto se refleja en la situación de pobreza y de èsta el 75%, en extrema pobreza.

La población crece aritmo relativamente bajo (1.7% de crecimiento vegetativo); posee una alta dinámica migración principalmente a los departamentos de El Petèn, Guatemala, Izabal y Escuintla. Sin embargo, la migración se dà principalmente interno de Baja Verapaz a Alta Verapaz; la causa bàsica de este movimiento es de índole econòmico, las personas buscan otras regiones que oferten ocupaciones mejor remuneradas y a veces cambian su actividad agrícola por la de obreros no calificados de servicio.

La región tiene un alta grado de analfabetismo (73%), incrementado en 5% de 1,989 a la fecha; este se da principalmente en el sexo femenino y en la población rural.

Existe un serio dèficit de infraestructura en educación: 186 aulas a nivel preprimario y 50 a nivel primario; por otra parte únicamente el 37% de la población en edad escolar està matriculado; 19% estudia los tres primeros años primarios y solo el 10% concluye la escuela primaria.

El deficit habitacional tambièn es importante, se estimò en 77,300 viviendas y se refiere bàsicamente a aspectos cualitativos ya que la mayoría de la población, sobre todo la rural, vive en ranchos de uno a dos cuartos, con cocina incorporada y piso de tierra.

OBJETIVOS

El objetivo general de esta investigación fue el de contribuir a determinar la concentración y excreción de fluoruro en la orina en mujeres embarazadas, en donde se brinda atención prenatal de la República de Guatemala en el año de 1995, en las diferentes regiones de salud del país y así brindar bases para la implementación de programas de fluoruración de la sal de consumo humano a nivel nacional.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

1. Determinar la concentración y excreción de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas, en la Región Norte (II) que comprende los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz en el año de 1995.
2. Determinar la concentración y excreción de fluoruro en orina en mujeres embarazadas, dependiendo de la edad, departamentos y municipios.

VARIABLES

Las variables principales estudiadas en esta investigación fueron:

1. Concentración de fluoruro en la orina.
2. Excreción de fluoruro en la orina.
3. Edad
4. Departamento
5. Municipio

La concentración de fluoruro en orina fue comprendida como la cantidad de fluoruro medida en partes por millón en la orina de mujeres embarazadas, en donde se brinda atención

prenatal de la República de Guatemala. Se registraron las unidades en miligramos por litro (mg/L).

La excreción de fluoruro en orina es el peso en miligramos de fluoruro excretado por unidad de tiempo. Es igual al producto de la tasa de flujo urinario (volumen) y la concentración urinaria de fluoruro para una muestra obtenida durante un lapso de tiempo conocido. Se registró en términos de unidades de miligramos por día (mg/d)

INDICADORES DE LAS VARIABLES:

1. Concentración de fluoruro en orina:

Cantidad de fluoruro en la orina en partes por millón o miligramos por litro, determinado por el método del electrodo de combinación específico para fluoruro con un analizador selectivo de iones. (potenciómetro)

2. Excreción de fluoruro en orina:

$$\text{Tasa de excreción (mg)} = \frac{\text{Concentración (mg/L)} * \text{Volumen (ml)}}{1,000 \text{ ml.}}$$

3. Edad: Se tomó la edad indicada por la persona de la muestra, en años.

METODOLOGÍA

POBLACIÓN:

La población de este programa de investigación la integrarán mujeres embarazadas, en la región de salud Norte (II) que comprende los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz, en el año de 1995.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Diseño de la muestra:

Para cada una de las regiones se utilizó el método de muestreo por conglomerados, en dos etapas, la primera consistió en la selección aleatoria de las diferentes Instituciones de Salud Pública, IGSS y APROFAM, y la segunda fue la selección aleatoria de las mujeres embarazadas que son atendidas por estas Instituciones.

Tamaño de la muestra:

Considerando el tamaño de la población total de mujeres embarazadas de la República de Guatemala en el año de 1995 y como variable determinante la concentración de fluoruro en la orina, se calculó el tamaño de la muestra y se asignó de manera uniforme a cada región del país, siendo en este caso la región de salud Norte II que comprende los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz..

El procedimiento del cálculo del tamaño de la muestra fue el siguiente:

$$n = \frac{Nc^2 * Var}{LE^2 * \left[\frac{N-1}{N} \right] + \left[\frac{(Nc^2) * Var}{N} \right]} * ED \quad (9)$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra.

Nc = Nivel de confianza deseada en la estimación. (1.96).

Se desea un 95% de probabilidad ($\alpha = 0.05$) de que el intervalo de confianza contenga el

parámetro:
$$Z - \frac{\alpha}{2} = 1.96$$

Var = Varianza del nivel de concentración del fluoruro en orina, estimada a partir de una desviación estándar de (0.28 mg/L) de acuerdo al informe final de la investigación sobre la concentración de fluoruro en la orina de adultos.

LE = límite de error con el que se desea realizar la investigación. Para este estudio 0.10 mg/L tomado como diferencia biológica en la estimación de la concentración de fluoruro en la orina.

N = Total de mujeres embarazadas, en donde se brinda control pre-natal, de la República de Guatemala, en el año de 1995, que es un total de 321,210 niños nacidos en el año de 1993 según el instituto de salud. (1)

ED = Efecto de diseño por utilizar muestreo por conglomerado, para el presente estudio se utilizó 3

El cálculo del tamaño de la muestra por este procedimiento indica que es necesario incluir como mínimo 100 personas para la región de salud Norte.

Procedimiento muestral:

Luego de establecer el tamaño de la muestra en 90 personas para la región de salud Norte que comprende los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz, se procedió de la siguiente manera:

Primera etapa de selección:

Se solicitó al Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM los listados de todas las instituciones que brindan atención prenatal a mujeres embarazadas de la región Norte del año de 1995. Se definió $K = 18$. Este número se eligió en base a que se consideró como un número adecuado de mujeres embarazadas para ser controlados en la investigación.

Se calculó el número de conglomerados ($m=n/k$) ($m= 100/18$), dando como resultado 5 conglomerados para esta región de salud. La selección de los conglomerados fue aleatoria, a través de la tabla de números aleatorios. En base a este procedimiento se seleccionaron las siguientes Instituciones del Ministerio de Salud Pública, IGSS y APROFAM, que brindan atención prenatal a mujeres embarazadas por departamentos:

REGIÓN DE SALUD NORTE

ALTA VERAPAZ

HOSPITAL NACIONAL DE COBAN

CENTRO DE SALUD SAN CRISTOBAL VERAPAZ TIPO "A"

BAJA VERAPAZ

HOPITAL NACIONAL DE SALAMA

CENTRO DE SALUD RABINAL TIPO "A"

CENTRO DE SALUD CUBULCO TIPO "B"

Segunda etapa de la selección:

Para llevar a cabo esta etapa, se solicitó a las diferentes instituciones antes mencionadas los días en que atienden a las mujeres embarazadas para que conforme llegaron a ser atendidas se pudo obtener y seleccionar las 18 personas a muestrear.

CALIBRACIÓN DE INVESTIGADORES:

Previo a realizar la investigación, se realizaron varias sesiones teórico-prácticas con el objeto de calibrarse en la metodología y en las técnicas de recolección de muestras, y análisis de las mismas.

La comisión encargada de supervisar el análisis de las muestras de orina en el laboratorio biológico industrial, LABIND, S.A. realizó prácticas para conocer y manejar la metodología y unificar criterios al momento de analizar las muestras, estas prácticas se realizaron con los asesores en los laboratorios de la Facultad de Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN:

Cada investigador llevó consigo cartas de presentación personal y de respaldo de este estudio por parte de las autoridades de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Previo a la toma de muestras se platicó con la persona representante de la institución estatal o privada seleccionada, para informarle de que trata el estudio y solicitar su autorización por escrito para la realización del mismo, haciendo la aclaración que la participación y colaboración de los pacientes que allí se atienden es totalmente voluntaria.

Al final de la recolección de las muestras se solicitó al representante de la institución estatal su firma y sello como constancia de la realización del trabajo de campo en dicha institución.

PROCEDIMIENTO DE CAMPO:

Procedimiento de Recopilación de Muestras:

El procedimiento de recolección de muestras constó de dos componentes: El primero para conocer los datos generales del paciente, para lo cual se elaboró una ficha. El segundo la recolección de la muestra de orina.

Toma de muestra:

1. Se identificó adecuadamente cada recipiente (plástico de boca ancha, con capacidad mínima de 500 ml.) y se le indicó al participante del muestreo, cuál frasco le corresponde.
2. Se instruyó en forma adecuada a todas las participantes sobre la metodología que se utilizó para la recolección de la muestra.
3. Se le indicó a la participante que debe evacuar su orina en forma completa, haciendo la observación que ésta sólo puede ser evacuada en el período de las 8:00 a.m. a las 12:00 p.m., anotándose la hora en que se realizó.

4. Se preguntó a la participante la hora en que efectuó su primera micción, en caso de ser la primera, ésta será desechada y se anotará la hora en que se efectuó.
5. Se midió el volumen total de la micción efectuada (segunda, tercera, etc.) y se anotará la hora.
6. Se midieron 100 ml. de orina con una probeta y se depositaron en un recipiente plástico hermético.
7. A cada muestra de 100 ml se le agregará 20 gotas de EDTA al 8% y se cierra cada recipiente con su respectiva tapadera de plástico.
8. Se identificaron las muestras de orina en forma codificada para cada investigador.
9. Se recolectaron todos los recipientes descartables en una bolsa plástica para depositarlos en la basura.
10. Se agradeció la colaboración a las personas que proporcionaron la muestra y se solicitó la firma y sello al representante de la institución de salud.
11. Se transportaron en una hielera todas las muestras para su análisis en el laboratorio industrial LABIND, S.A.

Método para cuantificar fluoruro por medio de la técnica del electrodo específico.

Equipo requerido:

- a) Analizador selectivo de iones (potenciómetro).
- b) Electrodo de combinación de fluoruro.
- c) Agitador magnético, para mantener la agitación uniforme y constante.
- d) Barras magnéticas, para homogenizar la solución.
- e) Beakers plásticos, para recolectar desechos.
- f) Pipetas de polipropileno de 10 ml.
- g) Succionador.

- h) Pipetas de plástico.
- i) Micropipeta de un ml.
- j) Goteros plásticos.
- k) Probetas de polipropileno de 100 ml.
- l) Un balón aforado de polipropileno de 250 ml.
- m) Servilletas de papel.

Soluciones requeridas:

- a) Agua destilada: Para preparar todas las soluciones estándares y para lavar todo el instrumental de plástico, el electrodo y las barras magnéticas.
- b) Solución estándar: Se preparó una solución base de 100 mg de fluoruro de sodio de la siguiente manera: Se pesaron 0.021 gr. de fluoruro de sodio en polvo de 95% de pureza y se diluyó en un litro de agua destilada. A partir de esta solución se prepararon seis estándares con las siguientes concentraciones; 0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5 mg de la siguiente manera con esta se obtuvo la solución de 0.1 mg. Las otras cinco soluciones se obtuvieron diluyendo con 3 ml; 5 ml; 10 ml y 15 ml; de la solución standard y todas se aforaron a 1000 ml. de agua destilada.
- c) EDTA al 8%: Se utilizó para destruir los complejos que forma el fluoruro naturalmente con el hierro. (Fe). Este complejo no puede ser medido por el electrodo específico para el fluoruro por lo que si no se le agregara esta solución, se subvaloraría la cantidad de fluoruro presente y se estaría midiendo menos de lo que realmente existe. Al agregar EDTA se obtiene: $\text{FeF}_6^{-3} + \text{EDTA}^{-2} \rightarrow 6\text{F}^{-} + \text{Fe}(\text{EDTA})^{2-}$. En esta reacción el fluoruro ya puede ser medido por el electrodo. Preparación de EDTA: 20 gr. Titriplex III en 250 ml. de agua destilada, se obtiene EDTA AL 8%.
- d) Hidróxido de sodio:

Mantiene la solución alcalina para evitar pérdida de fluoruro en forma de HF(gas). Si no se agrega el NaOH se subvaloraría el fluoruro de las soluciones. La preparación es con 0.04 gr. de NaOH en 100 ml. de agua destilada.

- e) TISAB de bajo nivel: Es el ajustador del esfuerzo iónico total. El TISAB aporta una gran cantidad de iones distintos al fluoruro para que las variaciones de estos no sean significativas haciendo que el electrodo sea sensible únicamente a las variaciones del fluoruro. Preparación del TISAB de bajo nivel: En un Beaker de 1 litro se colocaron 500 ml. de agua destilada, se agregaron 57 ml. de ácido acético glacial más 58 gr. de cloruro de sodio de grado reactivo, se colocó en un baño de agua para enfriar, luego se introdujo un electrodo medidor de pH en solución y se agregó en incrementos, una solución a 1.5 molar de NaOH hasta que el pH llegue a un valor de 5-5.5, se enfrió a temperatura ambiente y se aforzó a 1 litro con agua destilada.

Análisis de la concentración de fluoruro en la orina:

Para determinar el contenido de fluoruro en la orina, se utilizó un electrodo combinado selectivo para fluoruro con un potenciómetro Fisher Accumet, modelo 620.

Las muestras de orina para poder ser analizadas debieron estar en forma líquida y a temperatura ambiente, por lo que se sacaron de refrigeración dos horas antes de ser analizadas. Antes de analizar las muestras de orina se procedió a la calibración del electrodo.

- a) Calibración de la pendiente del electrodo:

Se colocó 85 ml. de agua destilada y 15 ml. de TISAB de bajo nivel. Se homogeneó el contenido por medio de un agitador magnético y posteriormente se introdujo el electrodo, se esperó que se estabilizara la lectura en milivoltios en la pantalla del potenciómetro y se le agregó 1 ml. de la solución estándar de fluoruro de sodio a 100 mg. hasta que la lectura de la pantalla se estabilizó, apareció el valor de 0.00 y se anotó; luego se

le agregaron 10 ml. de solución de 100 mg/L, se esperó que se estabilizara hasta que apareció en la pantalla el valor de 56 mv más/menos 2, lo cual sirvió para comprobar diariamente el buen funcionamiento del electrodo.

b) Curva de calibración:

b.1 Se prepararon seis soluciones standard de fluoruro de sodio con las siguientes concentraciones 0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5 mg/L, según lo que se esperó encontrar en la concentración de fluoruro en orina.

b.2 Se colocó en un Beacker de plástico 42.5 ml. de cada solución más 7.5 ml. de TISAB de bajo nivel, se homogenizó la mezcla con la ayuda del agitador magnético, luego se introdujo el electrodo y se esperó que se estabilizara en la pantalla del potenciómetro, la lectura en mv. de cada una de las soluciones y se anotaron en orden ascendente de concentración.

mg .	mV
0.1	(Lectura más estable en el potenció- metro en milivoltios)
0.3	
0.5	
0.8	
1.0	
1.5	

b.3 En cada medición se lavó electrodo y el magneto con agua destilada y se secó cuidadosamente.

b.4 Al terminar las mediciones se elaboraron gráficas de las curvas de calibración.

- c) **Análisis de la concentración de fluoruro en las muestras de orina:**
- c.1 A cada muestra de 42.5 ml. se le agregó 7.5 ml. de TISAB de bajo nivel previo a ser analizado.
 - c.2 Se introdujo en la muestra a medir, una barra magnética.
 - c.3 Se colocó la muestra en un agitador magnético.
 - c.4 Se sumergió el electrodo en la muestra, se esperó que se estabilizara y luego se registró su lectura en (mv). En la ficha correspondiente se anotarán los dos valores que se mantuvieran más constantes y luego se obtuvo un promedio.
 - c.5 Se lavó el electrodo y la barra magnética con agua destilada y se secó previo a la lectura de otra muestra.
 - c.6 Se anotó en la ficha correspondiente la concentración de fluoruro encontrada en la orina.
 - c.7 En base a las curvas de calibración obtenidas diariamente, se calculó los resultados.

Procesamiento de la Información:

Los hallazgos de la investigación son presentados por medio de estadísticas descriptivas como: media, desviación estándar y rango procesados y analizados en el Programa Mynstat.

Para establecer la relación entre las variables de éste estudio se utilizó la correlación producto-momento de Spearman a un nivel de significancia alfa de 0.05.

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo de la investigación en la región de salud Norte, los cuales fueron procesados y analizados por medio del programa estadístico computarizado Systat. Los datos fueron ordenados por municipios, departamentos, región de salud y edad. Y presentados por medio de estadísticos descriptivos como media, desviación estándar y rango. Las concentraciones de fluoruro se expresan en mg/L y la excreción en mgs. En la primera sección se presentan los resultados obtenidos en la región de salud Norte; que comprende los departamentos de Alta y Baja Verapaz y en la siguiente sección se presentan los datos obtenidos a nivel nacional con el propósito de hacer las comparaciones pertinentes y ubicar a la región de este estudio dentro del panorama general de Guatemala. Se recolectó 90 muestras de orina en mujeres embarazadas de las cuales el departamento de Baja Verapaz tuvo la mayoría de los casos debido a que en la selección aleatoria a este departamento le fue asignado un mayor número de instituciones. Los municipios seleccionados en forma aleatoria en la región Norte son: Cobán, San Cristóbal A.V., Salamá, Rabinal y Cubulco. El municipio de Salamá presentó los valores más altos de concentración y excreción de fluoruro en orina, el municipio de Cobán los valores más bajos de concentración y excreción. El departamento de Baja Verapaz presentó los valores más altos de concentración y excreción. En estudios anteriores realizados en esta región los datos encontrados en relación a concentración y excreción de fluoruro en orina de escolares de nivel primario 0.477 mg/L (0.405 mg/día) en escolares de nivel medio 0.420 mg/L (0.313 mg/día) y en adultos 0.334 mg/L (0.202 mg/día), se puede observar que el realizado en embarazadas 0.306 mg/L (0.023 mg/día) los niveles de concentración y excreción son menores en este grupo. El rango de 29 a 33 años presenta el valor más alto de concentración y el rango de 14 a 18 años el valor más bajo. En general

los datos presentados en la región de salud norte nos indica que hay una ingesta muy baja de fluoruro en la dieta de embarazadas.

Los datos obtenidos a nivel nacional nos indica que el departamento con el valor más alto de concentración es Jalapa y el más bajo es Alta Verapaz; en relación a excreción el valor más alto se encuentra en el departamento de Suchitepéquez y el más bajo en Totonicapán. La región Metropolitana le correspondió el valor más alto de concentración y excreción; el valor más bajo de concentración pertenece a la región Norte y el nivel más bajo de excreción a la región Sur-Occidente. No se encontró mayor diferencia en promedio según la distribución por grupo de edad. Al igual que en la región Norte los datos obtenidos a nivel nacional la concentración y excreción de fluoruro en la orina de mujeres embarazadas los niveles de ingesta de fluoruro es muy baja.

CUADRO NO. 1

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE LA MUESTRA DE ORINA DE LAS MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS EN LA REGION DE SALUD NORTE, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO.

	MUJERES	EMBARAZADAS
DEPARTAMENTO	NO. DE CASOS	% DE CASOS
ALTA VERAPAZ	36	40 %
BAJA VERAPAZ	54	60%
TOTAL	90 CASOS	100%

Fuente: Cálculos por conglomerados eleatorios realizados en el departamento de educación odontológica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

CUADRO No. 2

**CONCENTRACION Y EXCRECIÓN DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES
EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA REGIÓN DE SALUD NORTE , DISTRIBUIDOS
POR MUNICIPIOS, EN EL AÑO DE 1995.**

		CONCENTRACION FLUORURO mg/L			EXCRECIÓN FLUORURO mg/día		
MUNICIPIOS	CASOS	MEDIA	DESV. EST	RANGO	MEDIA	DESV. ST	RANGO
COBAN	18	0.224	0.129	0.471 - 0.100	0.016	0.009	0.031 - 0.001
SAN CRISTOBAL A.V.	18	0.233	0.109	0.554 - 0.100	0.021	0.011	0.053 - 0.009
SALAMA	18	0.433	0.221	1.000 - 0.175	0.032	0.018	0.083 - 0.015
RABINAL	18	0.332	0.124	0.500 - 0.125	0.026	0.014	0.059 - 0.009
CUBULCO	18	0.292	0.135	0.500 - 0.100	0.021	0.012	0.045 - 0.006
TOTAL	90	0.306	0.168	1.000 - 0.100	0.023	0.014	0.083 - 0.001

Fuente: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.

CUADRO No. 3

**CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA, DE MUJERES
EMBARAZADAS DE LA REGION NORTE, DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO, EN
EL AÑO DE 1995.**

		CONCENTRACION FLUORURO mg/L			EXCRECION FLUORURO mg/día		
DEPARTAMENTOS	CASOS	MEDIA	DES. EST	RANGO	MEDIA	DES. EST	RANGO
ALTA VERAPAZ	36	0.231	0.118	0.554-0.100	0.018	0.010	0.055 -0.001
BAJA VERAPAZ	54	0.356	0.178	1.000-0.100	0.026	0.015	0.083 -0.006
TOTAL	90	0.306	0.168	1.000-0.100	0.023	0.014	0.083 -0.001

Fuente: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.

CUADRO No. 4**CONCENTRACION DE FLUORURO EN ORINA, DE MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA REGIÓN NORTE EN EL AÑO DE 1995.**

		CONCENTRACION FLUORURO mg/L			EXCRECION FLUORURO mg / día		
REGIÓN	CASOS	MEDIA	DES. EST	RANGO	MEDIA	DESV. EST	RANGO
NORTE	90	0.306	0.168	1.000 - 0.100	0.023	0.014	0.083 - 0.001

Fuente: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.

CUADRO No. 5**CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA REGION DE SALUD NORTE POR RANGO DE EDAD, EN EL AÑO 1995.**

		CONCENTRACION FLUORURO mg/L			EXCRECION FLUORURO mg / día		
RANGO DE EDAD	CASOS	MEDIA	DESV. EST	RANGO	MEDIA	DESV. EST	RANGO
14-18	6	0.236	0.146	0.500 - 0.100	0.019	0.008	0.030 - 0.008
19-23	37	0.275	0.130	0.555 - 0.100	0.019	0.010	0.045 - 0.001
24-28	31	0.334	0.223	1.000 - 0.100	0.026	0.018	0.083 - 0.006
29-33	14	0.359	0.114	0.554 - 0.208	0.028	0.014	0.059 - 0.012
34-38	1	0.262	-	0.284 - 0.284	0.024	-	0.024 - 0.024
39-43	1	0.262	-	0.262 - 0.262	0.024	-	0.024 - 0.024
TOTAL	90	0.306	0.168	1.000 - 0.100	0.023	0.014	0.083 - 0.001

Fuente: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.

CUADRO GENERAL No. 6

CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA, DE MUJERES EMBARAZADAS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA EN EL AÑO DE 1995. DISTRIBUIDOS POR DEPARTAMENTO.

DEPARTAMENTO	CONCENTRACION FLUORURO mg/L				EXCRECION FLUORURO mg/día		
	CASOS	MEDIA	DESV. ESTANDAR	RANGO	MEDIA	DESV. ESTANDAR	RANGO
GUATEMALA	90	0.420	0.249	0.100-1.000	0.027	0.017	0.005-0.070
ALTA VERAPAZ	36	0.231	0.118	0.100-0.554	0.018	0.010	0.001-0.050
BAJA VERAPAZ	54	0.356	0.178	0.100-1.000	0.026	0.015	0.006-0.083
CHIMULULA	36	0.349	0.229	0.100-1.000	0.029	0.021	0.005-0.073
ZACAPA	54	0.384	0.217	0.100-1.000	0.028	0.018	0.006-1.000
EL PROGRESO	54	0.366	0.174	0.100-0.900	0.023	0.013	0.005-0.085
IZABAL	36	0.377	0.174	0.100-1.000	0.022	0.013	0.006-0.065
SANTA ROSA	39	0.356	0.211	0.100-1.045	0.018	0.015	0.003-0.075
JUTIAPA	37	0.354	0.135	0.100-0.800	0.023	0.015	0.002-0.078
JALAPA	13	0.448	0.326	0.226-1.500	0.024	0.012	0.011-0.060
CHIMALTENANGO	36	0.410	0.202	0.213-1.000	0.022	0.014	0.006-0.065
ESCUINTLA	18	0.362	0.178	0.175-0.800	0.024	0.012	0.010-0.054
SACATEPEQUEZ	36	0.448	0.258	0.204-0.950	0.024	0.014	0.009-0.054
SAN MARCOS	36	0.304	0.213	0.100-1.000	0.016	0.014	0.004-0.070
TOTONICAPAN	18	0.279	0.150	0.100-0.590	0.012	0.009	0.003-0.035
QUETZALTENANGO	36	0.256	0.089	0.100-0.465	0.015	0.010	0.002-0.035
SOLOLA	18	0.244	0.101	0.101-0.473	0.024	0.010	0.010-0.047
SUCHITEPEQUEZ	18	0.311	0.152	0.159-0.800	0.031	0.015	0.015-0.080
RETALHULEU	54	0.234	0.130	0.100-0.775	0.024	0.013	0.010-0.077
QUICHE	54	0.287	0.175	0.100-1.030	0.019	0.011	0.005-0.062
HUEHUETENANGO	36	0.342	0.228	0.100-1.030	0.024	0.020	0.005-0.093
PETEN	90	0.419	0.238	0.108-1.008	0.026	0.017	0.001-0.076
TOTAL	900	0.351	0.208	0.100-1.500	0.025	0.015	0.001-0.100

Fuente: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.

Recopilación de datos obtenidos en la república de Guatemala, para tesis de graduación en el año de 1995.

CUADRO GENERAL No. 7
CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES
EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS
POR REGIONES DE SALUD, EN EL AÑO DE 1995.

REGIÓN	N	CONCENTRACIÓN FLUORURO mg/L			EXCRECIÓN FLUORURO mg/día		
		MEDIA	DES. EST	RANGO	MEDIA	DES. EST	RANGO
METROPOLITANA	90	0.420	0.249	0.100 - 1.00	0.027	0.017	0.005 - 0.70
NORTE	90	0.306	0.168	0.100 - 1.00	0.023	0.014	0.001 - 0.083
NOR ORIENTE	180	0.370	0.205	0.100 - 1.00	0.026	0.017	0.005 - 0.100
SUR ORIENTE	90	0.368	0.205	0.100 - 1.50	0.021	0.015	0.002 - 0.078
CENTRAL	90	0.415	0.222	0.175 - 1.00	0.023	0.013	0.006 - 0.065
SUROCCIDENTE	180	0.266	0.147	0.100 - 1.00	0.020	0.013	0.002 - 0.080
NOROCCIDENTE	90	0.309	0.193	0.100 - 1.03	0.021	0.015	0.005 - 0.093
PETEN	90	0.419	0.238	0.108 - 1.008	0.026	0.017	0.001 - 0.076
TOTAL	900	0.351	0.208	0.100 - 1.500	0.023	0.015	0.001 - 0.1006

FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.

Recopilación de datos obtenidos en la república de guatemala, para tesis de graduación en el año de 1995.

CUADRO GENERAL No. 8
CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES
EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA, DISTRIBUIDOS
POR RANGO DE EDAD, EN EL AÑO DE 1995.

EDAD		CONCENTRACION FLUORURO mg/L			EXCRECIÓN FLUORURO mg/día		
		MEDIA	DES. EST	RANGO	MEDIA	DES. EST	RANGO
14-18	118	0.369	0.206	0.100-1.00	0.024	0.016	0.004- 0.078
19-23	289	0.341	0.193	0.023-1.450	0.024	0.021	0.001-0.093
24-28	226	0.356	0.224	0.085-1.50	0.025	0.019	0.001-0.185
29-33	161	0.351	0.192	0.045-1.250	0.026	0.029	0.002-0.075
34-38	76	0.364	0.245	0.010-1.50	0.026	0.018	0.004-0.100
39-43	23	0.328	0.256	0.1 -1.008	0.023	0.016	0.005-0.065
44-48	7	0.365	0.079	0.108-0.333	0.015	0.010	0.005-0.032
TOTAL	900	0.351	0.208	0.010-1.50	0.025	0.022	0.001-0.100

FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis de orina a través del electrodo específico para fluoruros.

Recopilación de datos obtenidos en la república de Guatemala, para tesis de graduación en el año de 1995.

CUADRO GENERAL No. 9

CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS ATENDIDAS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA , EN EL AÑO DE 1995.

	CASOS	MEDIA	DES. EST	RANGO
CONCENTRACIÓN DE FLUORURO mg/L	900	0.351	0.208	0.010-1.500
EXCRECIÓN DE FLUORURO mg / día	900	0.023	0.015	0.001-0.100

FUENTE: Datos de laboratorio obtenidos de los análisis en orina a través del electrodo específico para fluoruros.

Recopilación de datos obtenidos en la república de Guatemala, para tesis de graduación en el año de 1995.

CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente estudio son:

En la región de salud Norte los valores de concentración y excreción de fluoruro en orina de mujeres embarazadas son bajos 0.306 mg/L (0.023 mg/día) lo que puede relacionarse con la baja ingesta de fluoruro en la dieta y las bajas concentraciones de fluoruro en agua encontradas en un estudio realizado en esta región de acuerdo al nivel óptimo de fluoruro que es de 1 mg/L

Comparando el presente estudio a nivel de región con los realizados en escolares de nivel primario, medio y en adultos, se puede observar que el realizado en mujeres embarazadas presentan un nivel menor de concentración y excreción de fluoruro en la orina.

De acuerdo a los datos obtenidos a nivel nacional y por región los niveles de concentración y excreción de fluoruro en mujeres embarazadas es bajo, además nos indica que hay una baja ingesta de fluoruro en este grupo de estudio.

Referente a la concentración y excreción distribuidos por grupo de edad no hubo mayor diferencia en relación de promedios a nivel nacional.

Durante el embarazo el metabolismo del fluoruro sufre modificaciones importantes tanto en la madre como en el feto, ya que el fluoruro ingerido por la madre se convierte en concentración sanguínea para ambos. Además la formación de tejidos duros del diente, la disminución de la fluoruria en el período prenatal sugiere que existe una incorporación del fluoruro en esta etapa.

La técnica utilizada fue la adecuada para ésta investigación por su sencillez, confiabilidad y versatilidad.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del presente estudio son:

1. Establecer en Guatemala un programa de fluoruración a nivel nacional entre ellos la fluoruración en la sal de consumo humano como estrategia eficaz para la prevención de caries dental y enfermedad periodontal, por su amplia cobertura y practicidad demostrada en otros países.
2. Realizar estudios de este tipo a nivel nacional en pre-escolares, personas adultas mayores de 60 años, para determinar la ingesta y retención de fluoruro en los distintos grupos etáreos.
3. Utilizar en estudios futuros el indicador excreción de fluoruro en la orina como medida de control confiable de cualquier programa de fluoruración sistémica.
4. La metodología , así como la recolección de muestras y análisis de laboratorio empleada en este estudio se considera recomendable por su sencillez y confiabilidad.

LIMITACIONES

Las limitaciones del presente estudio son:

1. Falta de disponibilidad inmediata de laboratorio.
2. Indisposición de algunas mujeres embarazadas para proporcionar la muestra.
3. Falta de comunicación con las personas por no hablar el mismo idioma.

Una nueva investigación realizada sobre un tema similar podrá tener resultados mas precisos si atiende esas limitaciones.

ANEXOS

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO DE REALIZACION DEL ESTUDIO

Guatemala,

de 1995

Por este medio autorizo a la estudiante de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala: Sandra Yaneth Rosales Guerra, para que obtenga muestras de orina de las mujeres embarazadas, que son atendidas en el Hospital Nacional de Cobán, el cual le fue asignado como parte del trabajo de campo de su estudio de Tesis titulado: "CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS, EN LA REGION DE SALUD NORTE QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA VERAPAZ Y BAJA VERAPAZ, EN EL AÑO DE 1995".

Ya que se condiera que este procedimiento no pone en peligro la integridad física ni la salud general de las personas, y que con su consentimiento fueron muestreadas.

(f)

ENCARGADO (A)

ANEXO 2

Guatemala, 26 de Agosto de 1,994

A QUIEN INTERESE:

El secretario de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, solicita por este medio se sirva autorizar al O.P. **Sandra Yaneth Rosales Guerra** para que obtenga muestras de orina de las mujeres embarazadas que son controladas en su institución, con el objeto de realizar una investigación a nivel nacional, sobre: **"CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS, EN LA REGION DE SALUD NORTE QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA VERAPAZ Y BAJA VERAPAZ EN EL AÑO DE 1995.** Dicho procedimiento, no pone en peligro la integridad ni la salud general de las personas, por lo que Solicitamos su valiosa colaboración.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

(f) _____

Dr. Manuel Andrade Bourdet
Secretario
Facultad de Odontología.
Universidad de San Carlos.

ANEXO 3

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

"CONCENTRACION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS EN LA REGION DE SALUD NORTE QUE COMPRENDE LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA VERAPAZ Y BAJA VERAPAZ, EN EL AÑO DE 1995".

Región: _____ Código: _____ Fecha _____

Departamento: _____ Código: _____

Institución: _____ Código: _____

Localización: _____

Muestra	Nombre	Edad Años	Hora de Micción		Volúmen ml.	Preservante

INSTRUCTIVO PARA LLENAR LA FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

En cada uno de los espacios se escribió lo siguiente:

Región: Se anotó el nombre de la región de salud a la que comprende la comunidad, con su respectivo código.

Fecha: Se anotó con números arábigos el día y el año y con números romanos el mes.

Departamento: Se anotó el departamento de la república de Guatemala al que pertenece la comunidad, con su respectivo código.

Institución: Se anotó el nombre de la institución seleccionada para este estudio, con su respectivo código.

Localización: Se anotó la localización más exacta posible de la institución donde se recolectaron las muestras.

En la columna correspondiente a:

Número de la muestra: Se anotó en números arábigos y en forma correlativa el número que se le asignó a cada persona.

Nombre: El nombre y apellido de la persona seleccionada para la muestra.

Edad: Los años cumplidos al momento de tomar la muestra.

Hora de micción: Se anotó con números arábigos la hora y los minutos en que se hizo la primera micción del día, y en la segunda columna se anotó con número arábigo la hora y minutos en que se tomó la muestra.

Preservante: Se anotó con una "x" si se le agregó preservante a la muestra, el cual fue de 2 cc. de preservante por cada 100 ml. de muestra de orina.

ANEXO 4

DISTRIBUCION DE DATOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO DE LA CONCENTRACION Y EXCRECION DE FLUORURO EN LA ORINA DE MUJERES EMBARAZADAS QUE SON ATENDIDAS, EN LA REGION DE SALUD NORTE EN EL AÑO DE 1995.

HOSPITAL NACIONAL DE COBAN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.

Número de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volumen	Concentra- ción mg/L	Excreción mg/día
1	22	6:00	9:15	100	0.204	0.0204
2	18	6:30	9:18	100	0.204	0.0204
3	23	6:30	9:20	90	0.346	0.031
4	27	5:00	9:20	85	0.1	0.0085
5	27	6:00	10:15	75	0.148	0.014
6	19	6:30	10:15	60	0.172	0.0103
7	22	5:00	10:18	100	0.244	0.0244
8	23	6:30	10:18	100	0.141	0.001
9	14	6:30	10:50	80	0.141	0.008
10	21	6:00	10:50	70	0.228	0.0159
11	19	6:30	11:30	55	0.156	0.0085
12	25	6:00	9:30	60	0.4076	0.0244
13	20	5:30	9:30	70	0.372	0.0260
14	28	6:30	9:30	100	0.14	0.014
15	28	7:00	9:30	70	0.132	0.0092
16	24	6:00	9:20	70	0.124	0.0086
17	23	5:30	10:15	50	0.4714	0.0235
18	24	6:00	9:20	70	0.4571	0.031

**CENTRO DE SALUD, MUNICIPIO DE SAN CRISTOBAL, DEPARTAMENTO DE ALTA
VERAPAZ**

Número de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volúmen	Concentra- ción mg/L	Excreción mg/día
1	20	5:30	7:10	80	0.2166	0.0173
2	27	5:00	7:10	65	0.3923	0.0235
3	23	6:00	7:10	70	0.4230	0.042
4	19	6:30	7:15	70	0.3153	0.0220
5	24	5:00	7:18	70	0.125	0.0087
6	26	6:30	7:23	50	0.2333	0.0116
7	17	6:30	7:40	60	0.5	0.03
8	32	6:00	8:05	70	0.48	0.048
9	28	5:20	8:12	70	0.3923	0.0274
10	19	6:30	8:15	70	0.1416	0.0099
11	25	5:30	8:20	90	0.1813	0.0164
12	23	6:00	9:12	50	0.2333	0.0116
13	20	5:20	9:30	50	0.4230	0.0215
14	18	6:00	9:40	100	0.275	0.0275
15	26	6:00	10:00	100	0.4692	0.046
16	29	5:30	10:30	80	0.5	0.04
17	30	6:30	10:30	80	0.4538	0.036
18	32	5:00	11:05	90	0.275	0.0597

HOSPITAL NACIONAL DE SALAMA, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ

Número de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volumen	Concentración mg/L	Excreción mg/día
1	29	5:00	8:15	70	0.2307	0.0115
2	28	5:00	8:15	50	0.2153	0.0215
3	25	6:30	8:16	100	0.2	0.02
4	20	6:00	8:20	80	0.269	0.021
5	24	5:30	8:25	70	0.2	0.014
6	30	6:00	8:25	100	0.5545	0.055
7	19	5:00	8:25	90	0.1846	0.0166
8	27	6:00	8:40	100	0.238	0.023
9	23	6:00	9:30	90	0.1461	0.013
10	27	5:30	8:15	60	0.1538	0.0092
11	29	5:30	8:15	80	0.2769	0.0221
12	35	6:30	8:20	100	0.238	0.0238
13	29	6:00	8:20	90	0.2076	0.0186
14	27	6:00	8:25	100	0.4285	0.0428
15	40	5:30	8:25	90	0.2615	0.0235
16	23	4:30	8:30	100	0.1538	0.015
17	22	6:00	8:30	100	0.1384	0.0138
18	23	5:30	8:35	90	0.1	0.001

CENIRO DE SALUD, MUNICIPIO DE RABINAL, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ

Número de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volumen	Concentración mg/L	Excreción mg/día
1	22	6:00	7:25	50	0.3923	0.0275
2	22	5:30	7:30	50	0.175	0.008
3	20	6:30	7:32	90	0.1833	0.016
4	24	6:00	7:35	60	0.1666	0.009
5	27	6:00	7:40	30	0.1916	0.0057
6	25	6:00	7:42	70	0.1666	0.0116
7	26	6:30	8:05	55	0.3461	0.019
8	19	6:30	8:07	60	0.1	
9	23	6:30	8:40	90	0.5	0.045
10	26	5:00	8:40	95	0.44	0.0418
11	18	5:30	8:35	80	0.2416	0.019
12	30	6:00	9:56	55	0.46	0.0253
13	28	6:00	9:10	60	0.228	0.0159
14	25	5:30	9:10	80	0.2916	0.023
15	27	5:00	9:15	70	0.3333	0.023
16	23	6:30	9:20	60	0.4571	0.0317
17	28	6:00	9:20	90	0.427	0.12375
18	19	5:30	9:35	100	0.1166	0.01166

**CENTRO DE SALUD, MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA
VERAPAZ**

Número de Muestra	Edad	Muestra 1	Muestra 2	Volumen	Concentra- ción mg/L	Excreción mg/día
1	22	6:00	7:25	50	0.3461	0.017
2	22	5:30	7:30	50	0.3153	0.0220
3	20	6:00	7:32	90	0.3461	0.0173
4	24	5:30	7:35	60	0.4384	0.026
5	27	5:30	7:40	30	0.42	0.0408
6	25	6:10	7:42	70		0.05
7	26	6:30	8:05	55	0.3461	
8	19	6:30	8:07	60	0.4384	0.0263
9	23	7:00	8:20	90	0.2833	0.028
10	26	5:30	8:40	95	0.3	0.015
11	18	5:30	7:30	80	0.2833	0.022
12	30	6:30	8:10	55	0.4230	0.0215
13	28	6:50	8:35	60	0.175	0.0175
14	25	6:00	9:42	80	0.3	0.024
15	27	5:00	9:32	70	0.3307	0.026
16	23	6:35	10:10	60	0.3923	0.0235
17	28	6:00	10:40	90	0.3307	0.0269
18	19	6:00	11:00	100	0.3932	0.0235

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "Aspectos cuantitativos sobre fluoruros en el cuerpo humano, ocurrencia e ingesta". En: I Reunión de expertos sobre la fluoración y yodación de la sal del consumo humano. [17-21 : noviembre 1986 : Antigua Guatemala, Guatemala]. pp. 131-155, 225-229, 238-246.
2. Borgarello, Luisa T.-- Flúor.-- pp.63-106. -- En : Revista de la Facultad de Odontología Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: vol. 2 no. 1-2 (Area OSP).
3. Caries dental, etiología, patología y prevención.-- L. M. Silverstone... [et al.] ; trad. por Ma. del Rosario Carsolio Pacheco. -- México : Editorial El Manual Moderno. 1985. -- pp. 207-225.
4. Curso de formación de líderes en Programas de Fluoración de la sal , [1a. -- Memoria. -- San José, C.R.: Programa de fluoración de la sal, 1992]. -- pp. 83-91.
5. Curso de formación de líderes en Programas de Fluoración de la sal, [2a. -- Memoria.-- San José, C.R.: Programa de fluoración de la sal, 1992]. -- pp. 5-6, 83-91.
6. Curso de formación de líderes en Programas de Fluoración de la sal, [3a. -- Memoria. -- San José, C.R.: Programa de fluoración de la sal, 1993]. -- pp. 5-8.
7. Fortuny Gonzales, Karla María. -- Concentración de fluoruro en la orina de escolares del nivel medio de la República de Guatemala en la Región de salud Norte que comprende los Departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz. -- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1995. -- 145 p.
8. Katz, Simon. -- Odontología preventiva en acción / Simon Katz, James L. McDonald, George K. Stookey. -- México : Editorial Medica Panamericana, 1975. -- pp. 215-220.
9. Kish, Leslie. -- Muestreo de encuestas / Leslie Kish ; trad. por Ricardo Viñón Cruz López. -- México : Editorial Trillas. 1979. -- pp. 73-77.



- 7 SET. 1999

10. López Pineda, Víctor Enrique.-- Concentración de fluoruro en la orina de los escolares del nivel primario, en la Región de Salud Norte que comprende los Departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz. -- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1993. -- 104 p.

11. Machuca, Miguel, Eva Sazo de Méndez. -- Análisis de la salud por regiones. -- pp. 29-97. -- En: Publicaciones Científicas y técnicas, OPS.-- vol. 3, (septiembre 1992) (Dep. Educación).

12. McClure, Frank J.-- Water fluoridation / Frank J. McClure.-- Bethesda, Mariland : Library of Congress, 1970. -- pp. 196 - 206.

13. Messer, H. H., L. Singer: -- Fluor ; trad. por Manuel Gonzales Avila. -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación Odontológica, 1988. -- pp. 1-8.

14. Newbrun, Ernest.-- Caries / Ernest Newbrun. -- México : Editorial Limusa, 1984. -- pp. 31-78.

15. Organización Mundial de la Salud. -- Fluoruros y salud. -- Ginebra : OMS, 1972. -- pp. 13-15, 17-90, 130-220, (Monografía No. 59). (Departamento de Educación).

16. Quifíñez Aleman, Edgar Erasmo. -- Concentración de fluoruros naturales en el agua de consumo humano del Departamento de Izabal. -- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. -- 127 p.

17. Reyna López, Osbalda Dominga.-- Concentración de fluoruro en la orina de adultos que laboran en instituciones privadas y estatales en la Región de Salud Norte que comprende los Departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz. -- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1995. -- 144 p.

18. Sanchez Avila, Ricardo. -- Proyecto sobre la fluoración de la sal de consumo. -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, Departamento de Educación Odontológica, 1992. -- pp. 1-9.

19. Sanchez Legrand, Julio Eugenio. -- Fluoruros en el plasma materno y umbilical. -- Tesis (Cirujano Dentista) -- Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1985. -- 127 p.

[Handwritten signature]

Vo. Bo.



7 SET. 1993