

70
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA



LOS FLUORUROS EN LA
VIDA DEL
HOMBRE

TESIS PROFESIONAL

IGNACIO NORBERTO OCEGUERA CARRANZA

1 9 7 5



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA



LOS FLUORUROS EN LA
VIDA DEL
HOMBRE

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA
P R E S E N T A

IGNACIO NORBERTO OCEGUERA CARRANZA

1 9 7 5

A mis Padres:

Mtra. Concepción Carranza de Ocegüera.
Dr. Ignacio N. Ocegüera López.

Que gracias a consejos, regaños y por sobre todo a su confianza ciega en momentos difíciles hicieron que yo cumpliera su más grande anhelo, el poder terminar una carrera universitaria y hacer de mi un profesionista honrado y recto como ellos siempre lo han demostrado ser.

Al Dr. Alberto Abel González Ortiz.

Por su ayuda desinteresada en la
elaboración de esta tesis, y por ser -
gran amigo personal.

Al Dr. Antonio Zimbrón Levy.

Como una pequeña muestra de
admiración por su trabajo en el
Departamento de Odontología Pre
ventiva.

A mis hermanos:

Cecilia Ma. Guadalupe.

Rebeca.

Alejandro. Enrique.

¡A mi amor con
mi amor!

LOS FLUORUROS EN LA
VIDA DEL
HOMBRE

I N D I C E

- CAPITULO I.-
INTRODUCCION
- CAPITULO II.-
EL APORTE DEL FLUOR AL HOMBRE
a) Ingestión de fluor con el agua.
b) Ingestión de fluor con los alimentos.
c) Ingestión de fluor con los medicamentos.
- CAPITULO III.-
ABSORCION DE LOS FLUORUROS
a) Mecanismo y lugar de la absorción.
b) Factores que influyen en la absorción.
- CAPITULO IV.-
DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS
a) Distribución en los tejidos duros.
b) Distribución en la placenta y en el feto.
- CAPITULO V.-
EXCRECION DE LOS FLUORUROS
a) Vías de excreción distintas a la urinaria.
b) Excreción urinaria.
- CAPITULO VI.-
MECANISMO DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS
DE LAS PEQUEÑAS DOSIS DE FLUORUROS EN
LA BOCA
- CAPITULO VII.-
EFECTOS TOXICOS CRONICOS SOBRE EL ORGA-
NO DEL ESMALTE
- CAPITULO VIII.-
FLUORUROS E HIGIENE DENTAL
a) Efectos de la administración tópica -
de fluoruro sobre la frecuencia de la
caries.
b) Efectos sobre la forma y el tamaño de
los dientes.

- c) Efectos sobre las parodontopatías.
- d) Efectos sobre la caída de los dientes temporales y sobre la erupción de los permanentes.
- e) Efectos sobre las anomalías ortodónticas.

CAPITULO IX.-

CONCLUSIONES.

CAPITULO X.-

BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I
INTRODUCCION

Durante los últimos decenios se han hecho investigaciones muy detenidas sobre la biología de los fluoruros. El interés por estos estudios aumentó considerablemente a raíz de la observación, - - efectuada en el decenio de 1930-1940, 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.

En dosis muy pequeñas, los fluoruros tienen la propiedad de reducir en más de un 50% el número de caries y de limitar todavía en mayor proporción la gravedad del problema de la caries dental en la población; conviene pues estudiar mejor esa propiedad y aprovecharla al máximo, pues sabido es que la caries dental es con gran diferencia la más frecuente de todas las enfermedades y, lo que es peor su frecuencia aumenta cada vez más en los países en desarrollo, planteando un problema que desborda los medios curativos existentes, incluso en los países más adelantados.

Con más o menos precisión se han podido determinar algunos efectos de los fluoruros sobre la dentadura:

- a).- Influencia sobre la forma y el aspecto de los dientes.
- b).- Influencia sobre la época de la erupción.
- c).- Influencia sobre la alineación de los dientes en las arcadas dentarias y
- d).- Sobre la frecuencia y la gravedad de las parodontopatías.

Todos estos efectos son favorables, con la única excepción del trastorno de la mineralización denominado: "Esmalte moteado", - causado por una ingestión excesiva de fluoruros en la época de la formación de los dientes.

En los huesos, el fluor aumenta el tamaño de los cristales de apatita y reduce la solubilidad. Por esa razón se ha pensado que quizás desempeñe un papel estabilizador del esqueleto y, en ese sentido, se ha ensayado la administración terapéutica de fluoruro de sodio a grandes dosis en casos relativamente desesperados de "ostoporosis" o de la enfermedad de Paget al parecer con algunos éxitos.

Como es natural los investigadores han tratado también de averiguar si el fluor "es o no" un elemento indispensable. Sin embargo, ese problema no se ha podido resolver de manera categórica por la dificultad de administrar a los animales de experimentación una ra-

ción exenta de fluor pero suficiente en todos los demás aspectos. - Con todo, hay indicios de que una cantidad mínima de fluor es necesaria para la mineralización normal y quizá también cierto aporte de fluoruros para la formación de un esmalte resistente a la caries.

Por otra parte, no hay que olvidar que una dosis de fluor - doble de la necesaria para prevenir la caries puede perturbar la calcificación del esmalte y que una dosis veinte veces mayor puede provocar con el tiempo alteraciones del sistema esquelético; importa - pues que los llamados a utilizar este elemento, lo hagan con la máxima prudencia y discernimiento.

CAPITULO II

EL APORTE DEL FLUOR AL HOMBRE

a).- Ingestión de fluor con el agua.

El agua constituye un nutriente esencial tanto para el hombre como para los demás organismos vivos. El agua es indispensable para una amplia gama de funciones y especialmente como regulador de la temperatura corporal, como solvente y como vehículo de transporte de otros nutrientes y de los productos orgánicos de desecho a través del sistema vascular y de los espacios inter e intracelulares. Las necesidades de agua varían de unos individuos a otros e incluso de unos momentos a otros en un mismo individuo por la influencia de ciertos estímulos externos o internos. Ahora bien, como la necesidad de agua es permanente, exige el mantenimiento de una reserva corporal y su renovación a intervalos apropiados.

El agua que utiliza el hombre para sus necesidades corporales nunca es pura en sentido estricto. Todas las aguas contienen concentraciones más o menos elevadas de numerosas sustancias disueltas o en suspensión: calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, estroncio, bario, sulfatos, cloruros, etc. La mayoría de las aguas potables, por no decir todas, contienen también fluoruros y, en consecuencia, constituyen para el hombre una fuente casi universal de estos compuestos.

ORIGEN DE LOS FLUORUROS PRESENTES EN EL AGUA.

El mar.

La mayor parte del agua de que normalmente dispone el hombre participa en el ciclo hidrológico, cuyo punto de partida puede considerarse que es el mar. El agua marina contiene importantes cantidades de fluoruros, cuya concentración varía según los autores (Wattenberg, 1943); Kappana y cols, 1962) entre 0.8 y 1.4 partes por millón (p.p.m.). Como es sabido, otros halógenos pasan del mar a la atmósfera en cantidades apreciables para incorporarse finalmente a las precipitaciones (Ericksson, 1952; Miller, 1961). Este fenómeno podría ser de origen mecánico-arrastre por el viento de gotas de agua del mar (Dean, 1963) o, como ha sugerido Cauer (1938) refiriéndose al yodo, de carácter químico-oxidación de los iones halógenos por el ozono(6) y liberación de los óxidos en la atmósfera en forma gaseosa. Aunque es evidente que la acción mecánica del viento podría hacer pasar ciertas cantidades de fluoruros (así como de otros halógenos) del mar a la atmósfera, es de suponer que las concentraciones resultantes serían relativamente bajas.

QUIMICA DEL FLUOR PRESENTE EN EL AGUA.

El contenido de fluor de la lluvia y de las precipitaciones depende en gran parte de la existencia y de los tipos de contaminantes atmosféricos. En el caso de las aguas superficiales y subterráneas, el contenido de fluor depende de una gran variedad de factores, entre los que destaca la existencia de minerales fluorados en contacto con las aguas y el grado de solubilidad de éstos. La mayoría de los minerales que contienen fluor son poco solubles; por otra parte, su solubilidad puede depender de las rocas en las que están integrados. Además de la presencia de compuestos fluorados y de su solubilidad, otros factores pueden ejercer una importante influencia en el contenido de fluor de las aguas superficiales o subterráneas; entre ellos cabe citar la porosidad de las rocas y de los suelos por los que circula el agua, la velocidad de la corriente, la temperatura a la que se produce la interacción entre el agua y las rocas, y la concentración de iones H y Ca en el agua. Las concentraciones de fluor suelen ser más altas en las aguas alcalinas y en las que tienen una temperatura relativamente elevada, por ejemplo las que se encuentran en las zonas de actividad volcánica. Muchas aguas tienen un exceso de calcio, en cuyo caso el compuesto que rige la concentración de fluor suele ser el fluoruro cálcico, cuya solubilidad a la temperatura ordinaria es de unas 15 p.p.m.

INGESTION DE FLUOR CON LOS ALIMENTOS.

(J.C. Muhler).

Como el fluor es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre, en casi todos los alimentos y aguas se encuentran indicios de fluoruros.

El fluoruro contenido en los alimentos tiene gran importancia, ya que al sumarse al aportado por el agua fluorada y por los dentífricos fluorados puede tener efectos tanto útiles como perjudiciales. Así pues, conviene evitar el consumo regular de alimentos ricos en fluor y la ingestión de fluoruros procedentes de fuentes de dudoso interés para la higiene dental.

Machle, Scott y Treon (1939), Gabovich (1951), Reid (1936), Nömmik (1953), Cliford (1945), Matura y cols (1954) y von Felleberg (1948) han estudiado la riqueza en fluoruros de determinados artículos alimenticios en diversos países. A su vez, McClure (1949), Truhant (1955) y Bredeman (1956) han compilado los datos publicados sobre la cuestión.

En el siguiente cuadro, tomado del trabajo de McClure, puede verse el contenido de fluoruros de diversos alimentos. En gg

neral, los valores altos son excepcionales y, en algunos casos, se basan en una sola observación que quizá no es representativa. Sin embargo, es indudable que ciertos alimentos (pescado, té y algunos vinos) contienen concentraciones relativamente altas de fluoruros. Se han publicado muchos análisis de té ricos en fluor; el más reciente (Singer, Armstrong y Vatassery, 1967) ha revelado concentraciones de 51-161 p.p.m. de ion fluor en las hojas secas de cinco té negros diferentes y de 336 p.p.m. en las de un té verde.

CUADRO

CONTENIDO DE FLUOR DE DIVERSOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS
(Según McClure, 1949)

PRODUCTO	CONTENIDO DE FLUOR (en p.p.m.)
Víceras:	
Hígado de vaca seco	5,20-5,80
Hígado de pollo fresco	0,7-1,29
Hígado de ternera fresco	0,2
Riñones de vaca secos	6,9-10,1
Corazón de vaca seco	2,3-2,7
Carne:	
Pollo	1,40
Buey	2,00
Filete redondo	1,3
Cerdo	0,2
Costillas de cerdo	1,0
Lomo de cerdo	1,2
Salchichas de Frankfurt	1,2
Cordero	1,2
Ternera	0,9
Carnero	0,2
Pescado:	
Filetes de pescado	1,5
Caballa:	
sin espinas	0,2
con espinas	3,9
fresca	26,89
seca	84,47
enlatada	12,10
Salmón:	
enlatado	4,5
fresco	5,8
seco	19,3

PRODUCTO	CONTENIDO DE FLUOR (en p.p.m.)	
Pescado:		
Sardinias:		
enlatadas	7,3	
en aceite de oliva	16,1	
Gambas:		
enlatadas	7,3	
parte comestible	0,9	
Bacalao:		
freco	7,0	
salado	5,0	
Ostras:		
frescas	0,7	
Cangrejo enlatado, carne	2,0	
Arenque ahumado	3,5	
Atún enlatado	0,1	
Huevos:		
enteros	1,2	
claros	1,5	
yema	0,6	
Leche entera	0,07-0,22	
Té:	3,2-178,8	
Promedio de 10 muestras	97,0	
Frutos Cítricos:		
Toronja	0,36	
parte comestible	0,36	
fresca	0,12	
Limón fresco	0,028, 0,051, 0,174	
Naranja, parte comestible	0,34	
Naranja fresca	0,17-0,07	
Pomelo fresco	0,10-0,16	
Frutos no Cítricos:	Peso en Fresco	Peso en Seco
Manzana	0,22-1,32	0,13-0,43
Albaricoque	0,06	0,24
Plátano	0,23	0,65
Cereza	0,25	
Cereza negra	0,18	0,61
Grosella	0,12	0,69
Higo	0,21	
Uvas	0,16	
Zumo de Uvas	0,093	
Uva Espin o Crespa	0,11	0,72
Mango	0,18	
Papaya	0,15	
Pera	0,19	

PRODUCTO	CONTENIDO DE FLUOR (en p.p.m.)	
	Peso en Fresco	Peso en seco
Frutos no Cítricos		
Ciruela	0,22	0,10
Piña	0,14	
Piña enlatada	0,00	
Membrillo	0,06	0,37
Melón	0,20	
Fresa	0,18	
Sandía	0,11	
Cereales y derivados:		
Maíz:		
sin especificar	0,62	0,70
enlatado	0,20	
amarillo	0,10	
germen		8,0-11,0
harina comercial	0,22	
copos		1,33
ralston (nombre comercial)	0,58	
Trigo:		
entero		0,53
sin especificar	0,7	
salvado	0,29	0,33
germen comercial de calidad A	1,7	
germen comercial de calidad B	4,0	
germen puro	0,88	1,00
Flor de Trigo		0,55
Harina:		
de trigo, blanca	0,35	
con levadura	0,45	
de trigo entero		1,32
blanca	0,27	0,31
para repostería		0,0
para panadería	0,31	0,35
pan blanco		0,54
Arroz:		
sin especificar	0,67	0,76
entero	0,10	
medio	0,19	
Semillas de Soja		4,00
Trigo Serraceno:		
sin especificar		2,00
entero		1,70
salvado		1,60

PRODUCTO	CONTENIDO DE FLUOR (en p.p.m.)	
	Peso en fresco	Peso en Seco
Cereales y derivados:		
Avena:		
sin especificar		3,0
triturada	0,20	
Mother's oats		0,92
fresca	0,25	0,29
Centeno:		
intermedio	0,61	0,69
guisantes	0,23	
semillas de algodón	12,0	
cáscaras	12,0-14,0	
Espaghetti:		
enlatados		1,15
secos		0,80
Macarrones secos		0,82
Hortalizas y Tubérculos:		
Espárragos enlatados		0,48
Judías:		
con vaina		0,64
con vaina, enlatadas		0,67
verdes	0,15	1,01
de lima, secas		4,51
de lima, semillas		2,2
secas		1,04
desecadas		0,20
Judías blancas, comunes, secas		
Remolacha:		
sin especificar	0,2	
fresca		0,60
raíz		2,8
hojas secas		3,80
partes aéreas		3,4
Colifor:		
fresca		0,45
flor	0,12	0,86
hojas	0,08	0,83
sin especificar	1,0	
Repollo:		
grande		9,34
de importación		15,38
fresco		0,70

PRODUCTO	CONTENIDO DE FLUOR (en p.p.m.)	
	Peso en fresco	Peso en Seco
Hortalizas y Tubérculos:		
Repollo:		
sin especificar	0,13	
cogollo comestible		3,4
sin hojas	0,8	9,5
Zanahoria:		
sin especificar	0,4	6,92
fresca		1,30
raíz		8,4
Apio:		
sin especificar	0,14	
tallos comestibles		8,5
Berros	0,24	4,38
Pepino	0,20	
Endivia	0,2	
Ajo:		
verde		17,72
Coles	0,16	
Lechugas:		
de hojas sueltas, cogollo		11,3
de hojas apretadas	0,30	4,45
espinosa		5,18
fresca		0,42
Mostaza:		
hojas	0,15	
hojas saladas y secadas		3,0-4,8
Cebolla:		
verde		10,11
sin especificar	0,60	
Perejil:		
partes aéreas		11,3
sin especificar	0,8	
Chirivía, raíces		5,5
sin especificar	0,6	
verde		6,69
fresca		0,60
Patata:		
blanca		0,96
sin especificar	0,20	
entera	6,64	22,0

PRODUCTO	CONTENIDO DE FLUOR (en p.p.m.)	
	Peso en fresco	Peso en seco
Hortalizas y Tubérculos:		
Patata:		
mondas	0,07	0,35
irlandesa, tubérculo		1,4
boniato sin pelar	0,13	
boniato	0,20	
Calabaza	0,10	
Rábano	0,8	
Ruibarbo	0,4	
Rutabaga:		
partes aéreas		7,0
raíces		2,9
Espinaca:		
fresca		1,11
sin especificar	1,8	
de invierno	0,44	3,80
Calabaza fresca		0,63
Tomate:		
sin especificar	0,24	2,40
fresco		0,53
Colinabo:		
hojas	0,10	
grelos		1,7
raíces		2,6
Berros de agua	1,0	
Varios:		
Cacahuete:		
sin especificar		1,36
partes aéreas		1,7
semilla		1,5
Almendra	0,90	0,90
Ave'lana	0,30	0,30
Castaña:		1,45
cáscara		0,24
Coco fresco	0,00	
Cacao	0,5 1,0	
Chocolate amargo	0,50	
Chocolate lacteado	0,05 1,0	
Melazas:	0,00	
Azúcar	0,32	
Miel	1,00	
Gelatina	0,00	
Glucosa	0,50	

PRODUCTO	CONTENIDO DE FLUOR (en p.p.m.)	
	Peso en fresco	Peso en Seco
Varios:		
Melazas:		
Malta	1,0	1,5
Gengibre en polvo		1,00
Levadura:		
A	220,0	
B	19,0	
C	0,1	
Café	0,2	1,6
Mantequilla		1,50
Queso		1,62
Cerdo con judías enlatado		1,40
Vino y Cerveza:		
Vino Chino Shao-Sing		
de primera calidad		0,07
de segunda calidad		0,05
Vino de Oporto		0,24
Cerveza		0,20

RESUMEN DEL APORTE DE FLUOR POR EL AGUA Y LOS ALIMENTOS (a)

EDAD (en años)	PESO (en kilos)	APORTE DIARIO DE FIJOR			
		Por el agua de bebida (b) (en mg.)	Por los (c) alimentos (en mg.)	TOTAL (en mg.)	TOTAL (en mg. por Kg. de peso)
1-3	8-16	0,390-0,560	0,027-0,265	0,417-0,825	0,026-0,103
4-6	13-24	0,520-0,745	0,036-0,360	0,556-1,105	0,023-0,085
7-9	16-35	0,650-0,930	0,045-0,450	0,695-1,380	0,020-0,068
10-12	25-54	0,810-1,165	0,056-0,560	0,866-1,725	0,016-0,069

(a) Según McClure

(b) Con 1 p.p.m. de fluor

(c) Con 0,1-1 p.p.m. de fluor (peso en seco)

El autor del próximo cuadro Cholak, (1959) comenta lo siguiente:

"Los valores correspondientes a las colectividades norteamericanas se obtuvieron por análisis de las comidas de las personas, al menos de cada una de esas colectividades; las muestras de comida se recogieron diariamente durante de 40 a 160 días. Como puede apreciarse, salvo en la localidad de: O' Donnell (Texas), la cantidad de fluoruro en los alimentos cocinados aumenta con la concentración de fluoruro en el agua potable y, sin duda, ese aumento se debe en su mayor parte al agua usada para la preparación del alimento. En el caso de O' Donnell, las cantidades relativamente pequeñas de fluoruro encontradas en los alimentos preparados pudieran deberse a que la mayor parte de éstos no eran de origen local ya que su condimento requería el uso de poca agua".

En los valores indicados para los distintos países se incluye también el fluoruro aportado por toda clase de bebidas de los que el té es la más importante a este respecto.

CANTIDADES DE FLUORURO INGERIDAS DIARIAMENTE CON LOS ALIMENTOS POR ADULTOS DE DIVERSOS PAISES (a)

PAIS (b)	FLUORURO INGERIDO CON LOS ALIMENTOS	
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA:		
Cincinnati, Ohio (0,1).....	0,34-0,90	} EXCLUIDO EL FLUOR- APORTADO POR EL - AGUA POTABLE
Galesburg, (2)	0,94-1,16	
Ennis, Tex. (5-6)	1,32-1,35	
Lake Preston, S. Dak. (6)	0,99-2,19	
Bartlett, Tex. (8)	2,33-3,13	
O' Donnell, Tex. (18)	1,41-1,49	
PROMEDIO	0,27 -0,37	
.....		
Noruega	0,22-3,1	} INCLUIDAS LAS PEQUEÑAS CANTIDA- DES DE FLUOR APORTADAS POR EL - AGUA POTABLE
URSS	0,6-1,2	
Canadá	0,18-0,3	
Suiza	0,5	
Inglaterra	0,6-1,8	

(a) Según Cholak (1959)

(b) Las cifras entre paréntesis tras los nombres de las ciudades norteamericanas representan las concentraciones de fluoruro en el agua potable (en mg por litro)

Una tesis muy extendida es que la presencia de fluoruros -- (en cantidades variables, naturalmente) en casi todos los alimentos, así como su amplia de los reinos vegetal y animal, son indicios de - la importancia del fluor en la fisiología humana.

La imposibilidad práctica de preparar una dieta exenta de - un elemento de distribución casi universal y, por otra parte, los - problemas analíticos con que se tropieza para determinar exactamente las mínimas cantidades de fluor contenidas en algunos alimentos, hacen muy difícil apreciar la importancia real de este elemento en nutrición y en fisiología.

En 1944 McClendon obtuvo mediante una solución de cultivo y el empleo de sustancias químicamente puras una dieta exenta de fluor. De las dos ratas de 21 días de nacidas sometidas a esta alimentación, una murió de inanición a los 48 días, "PORQUE LA CARIES HABIA DES---TRUIDO LA SUPERCIE MASTICATORIA EFICAZ DE TODOS LOS MOLARES", y la otra fué salvada momentáneamente de la inanición mediante la administración de 10 ml. de leche diarios (a los que se añadió 1 mg. de - - fluor). La conclusión del autor es que el fluor "es necesario en todo régimen de alimentación que deba masticarse".

En una publicación posterior, McClendon y Gershon-Cohen - - (1953) han descrito los resultados de un proyecto experimental en mayor escala basado en el cultivo de los componentes de la dieta en un medio líquido. El medio nutritivo utilizado fué el agua de lluvia pa sada a través de una resina de intercambio iónico (amberlita) para - liberarla del fluoruro.

Las ratas testigo recibieron una alimentación (que contenía 10% de sacarosa) constituida por alimentos cultivados normalmente y agua con una concentración de fluor de 20 mg. x ml.

El crecimiento de las ratas sometidas al régimen exento de fluor se retrasó notablemente: los 19 animales solo aumentaron de peso un promedio de 10,4 gramos en 46 días, mientras que en las 18 ratas testigo el aumento fué de 86,9 gramos en el mismo tiempo. (cuadro).

EFFECTOS DE UNA ALIMENTACION EXENTA DE FLUOR SOBRE EL PESO Y LA CARIES DENTAL DE LA RATA. (a)

	No. de animales	PESO MEDIO (en gr)		Número de molares cariados por animal
		a los 22 días	a los 88 días	
TESTIGOS				
Sometidas a dieta exenta de fluor	18	41,2	128,1	0,5
	19	40,8	51,2	10,2

(a) Según McClendon y Gershon-Cohen (1953).

También se observaron trastornos de la función reproductora; las ratas sometidas a la alimentación exenta de fluor, cubiertas por machos normales, no parieron crías viables. En vista de estos resultados McClendon y Gershon-Cohen llegaron a la conclusión de que el fluor es un elemento necesario en la alimentación de la rata.

Maurer y Day (1957) estudiaron también la importancia del fluor en la nutrición de la rata, usando una dieta esencialmente igual a la descrita por Muhler, pero incluso más purificada (según ellos: "no contenía más de 0,007 p.p.m. de fluoruro", aunque el contenido exacto no pudo ser determinado). La conclusión de estos autores es que el fluor no es un nutriente esencial, al menos para la rata, y que "su valor fisiológico parece limitarse a la prevención de la caries dental".

INGESTION DE FLUOR CON LOS MEDICAMENTOS. (G.K. Stookey)

En vista de la gran cantidad de preparaciones comerciales existentes, los medicamentos fluorados que trataremos se han clasificado arbitrariamente en dos grupos:

- 1.- Los agentes profilácticos de la caries dental y
- 2.- Los restantes.

Desde el punto de vista del metabolismo del fluor, los más importantes son los primeros por estar concebidos específicamente con miras a la utilización metabólica del ion fluoruro; en cambio, en los del segundo grupo, el fluoruro se emplea en una forma biológicamente inerte.

MEDICAMENTOS UTILIZADOS PARA PREVENIR LA CARIES DENTAL.

Comprimidos y tabletas de fluoruro.

En los últimos 20 años han despertado gran interés los comprimidos de fluoruro, que permiten suministrar a los individuos la cantidad óptima de fluor sin necesidad de recurrir a la fluoración del agua utilizada para el abastecimiento público. La eficacia de estos comprimidos ha sido objeto de diversos estudios clínicos; basta decir que los resultados obtenidos (Stookey, 1966) hacen pensar que la administración de esos comprimidos parece tener cierta eficacia para reducir la frecuencia de la caries dental y merece estudiarse más a fondo.

Aunque el metabolismo del fluoruro aportado por el agua de

bebida ha sido objeto de detenidos estudios y numerosas publicaciones, solo disponemos de datos limitados sobre el metabolismo de los fluoruros administrados en forma de comprimidos. En general los comprimidos comerciales contienen de 0,25 a 1,00 mg. de fluoruro (por lo común en forma de fluoruro sódico), un excipiente inerte que puede ser el cloruro sódico, y una pequeña cantidad de algún desintegrante. La fórmula típica podría ser la siguiente:

NaF, 2,21 mg, NaCl, 94,49 y algún desintegrante, 0,05 mg.

Suplementos de fluoruros y vitaminas.-

Conforme avanza el tiempo, mayor es el interés de la administración de suplementos de fluoruro a diversas vitaminas, y en la actualidad existe una gran variedad de preparados comerciales de ese tipo. La razón determinante de este creciente, interés quizá reside en que, mientras que las personas que tenían los comprimidos corrientes de fluoruro acababan desanimándose y abandonando el tratamiento, las que optan por los comprimidos de fluoruro vitaminado no pierden la confianza y perseveran (Hennon, Stookey y Muhler, 1966). Este hecho justifica, en parte, ciertas observaciones clínicas, según las cuales los comprimidos de fluoruro vitaminados protegen más eficazmente contra la caries dental que los comprimidos corrientes no vitaminados; el grado de protección es análogo al conferido por el agua potable fluorada.

Las preparaciones vitaminadas comerciales contienen por lo común, además de fluoruro sódico, vitaminas A, C, y D y en algunos casos ciertas vitaminas del complejo B. Aunque se ha objetado que con estos preparados es más difícil observar la dosificación prescrita, no hay que olvidar que existen diferentes marcas con distintas dosis de vitaminas y fluoruro, por lo que siempre cabe la posibilidad de elegir un preparado con la dosis adecuada de fluoruro.

Hennon, Stookey y Muhler (1964) han estudiado el efecto de cuatro preparados vitaminados de fluoruro sobre la retención de éste en la rata, encontrando que los preparados que contenían vitaminas A, C y D, tanto en presencia como en ausencia de Tiamina, Riboflavina, Cianocobalamina, Piridoxina, Pantotenato Cálcico y Biotina, no alteran el metabolismo del fluoruro sódico. También Showley y cols (1966) han observado que la vitamina A, la Tiamina, la Piridoxina y el ácido Pantoténico -todas ellas sustancias indispensables para la rata- no influyen apreciablemente sobre la retención de fluoruro, aunque esta aumentó cuando estas vitaminas se encontraban en cantidades inferiores a las necesidades mínimas diarias.

En cuanto a la acción de las distintas vitaminas sobre el metabolismo de los fluoruros, Muhler (1958) ha observado que las concentraciones elevadas de ácido ascórbico aumentan la fijación de

fluoruro en el esqueleto y en los tejidos blandos del cobayo. Suttie y Philips (1959), que han revisado los datos existentes sobre la administración suplementaria de vitaminas y la frecuencia y la gravedad de la fluorosis en los animales de laboratorio, estiman que las dosis altas de vitaminas A, C y D (pero especialmente las de ácido -ascórbico) tienden a mitigar los síntomas de esta afección. Lindemann (1966), en cambio, considera que la vitamina D, carece de acción sobre la fluorosis. En conjunto, estos estudios limitados sugieren que las concentraciones y los tipos de las vitaminas empleados en los comprimidos de fluoruro comerciales no ejercen ninguna influencia apreciable sobre el metabolismo del fluoruro en los animales de laboratorio. Sin embargo, aún habrá que estudiar mejor esta cuestión; según estos resultados, el metabolismo de los fluoruros ingeridos en forma de comprimidos de fluoruro sódico no se altera apreciablemente ni en los animales de laboratorio ni en el hombre por la adición de vitaminas al comprimido.

SUPLEMENTO DE FLUORURO Y SALES MINERALES.

Teniendo en cuenta que el fluoruro parece intervenir en la transformación de la HIDROXIAPATITA en FLUORAPATITA durante la "odontogénesis" y en la calcificación de la dentición temporal y de parte de la permanente se hace ya durante la vida intrauterina, se ha pensado que la administración prenatal de fluoruro podría ejercer un efecto preventivo máximo de la "caries dental", especialmente en la primera dentición. La consecuencia ha sido la aparición en el mercado de una multitud de preparados de fluoruro con vitaminas y sales minerales destinados a la administración prenatal y, más recientemente de otras preparaciones del mismo tipo para uso post-natal.

DENTIFRICOS FLUORADOS.

A consecuencia del auge de los dentífricos medicamentosos - en los últimos veinte años, una parte importante de la población se ha habituado a utilizar dentífricos fluorados, en general a razón de 1,0 mg. de fluoruro por gramo de pasta. Este uso generalizado, unido al hecho de que en los dentífricos más eficaces de este tipo se haya conseguido que el fluoruro sea metabolizable mediante la selección de los restantes ingrediente, ha sido el punto de partida de diversos estudios sobre el metabolismo del en estos preparados.

En el siguiente cuadro se resumen los resultados de una serie de estudios realizados por Schweins Berger y Muhler (1956, 1957) y por Büttner, Schülke y Soyka (1961). Los investigadores citados en ler. lugar determinaron la excreción urinaria de fluoruro en niños - residentes en regiones pobres o ricas en fluor y que utilizaban dentífricos con fluoruro, estanoso o dentífrico sin fluoruro. El uso no

vigilado del dentífrico con fluoruro estanoico no modificó en ningún caso la concentración de fluoruro en la orina.

RESUMEN DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL METABOLISMO DEL FLUORURO INGERIDO A CONSECUENCIA DEL USO NO SUPERVISADO DE DENTIFRICOS FLUORADOS.

ESTUDIO	REGIMEN EXPERIMENTAL	CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA POTABLE (en p.p.m.)	PROMEDIO DE EDAD (en niños)	EXCRECION URINARIA DE FLUORURO (en p.p.m.)
Schweinsberger y Muhler (1956)	Dentífrico no Fluorado	0,10	11,4	0,24
	Dentífrico con Fluoruro Estanoico	0,10	11,0	0,28
	Dentífrico no Fluorado	0,85	12,0	1,01
Schweinsberger y Muhler (1957)	Dentífrico no Fluorado			
	Período de control inicial	1,10	3,88	0,72
	Período experimental			0,63
	Período de control final			0,66
	Dentífrico con Fluoruro Estanoico			
	Período de control inicial	1,10	4,67	0,91
	Período experimental			0,82
	Período de control final			0,80
	Dentífrico no Fluorado			
	Período de control inicial	0,10	3,17	0,30
	Período experimental			0,29
	Período de control final			0,32
	Dentífrico con Fluoruro Estanoico			
	Período de con			

ESTUDIO	REGIMEN EXPERIMENTAL	CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL AGUA POTABLE (en p.p.m.)	PROMEDIO DE EDAD (en niños)	EXCRECION URINARIA DE FLUORURO (en p.p.m.)
Schweinsberger y Muhler (1957)	trol inicial	0,10	3,24	0,31
	Período experimental			0,30
	Período de control - final			0,33
Böttner, Schülke y Soyka (1961)	Dentrífico no Fluorado	0,06	26	0,32
	Dentrífico con Fluoruro Estano-so			0,34
	Dentrífico no Fluorado	0,06	32	0,37
	Dentrífico con Fluoraminas			0,42

En sujetos de diferentes edades (desde 4 años a la edad - adulta); Eichler, Appel y Burschel (1965) han observado que por término medio, el organismo retiene un 20% del fluoruro contenido en la cantidad usada cada vez para capilares los dientes con un dentrífico que contenía 2 mg. de fluoruro por gramo; así pues, la retenciónes de 0,4 mg. de fluoruro como máximo en ese caso particular. Win---kler, Backer Dirks y Van Amerongen (1953) señalaron que en los niños de 10-20 años, un solo cepillado con un dentrífico que contenía 0,15% de fluoruro sódico daba lugar a una retención de un 60% de fluoruro-soluble y de un 30% del fluoruro total contenido en el dentrífico.

En posteriores estudios efectuados con fluoruro radioactivo (^{18}F), se encontraron retenciones menores. Ericsson (1961) observó - que solo un 6-12% del fluoruro contenido en tres tipos de dentríficos quedaba retenido en el organismo después de cepillar una vez los dientes con 0,4-0,6 gr. del dentrífico, mientras que Duckworth (1964) encontró una retención menor aproximadamente un 3% del fluoruro esta-noso contenido en un dentrífico. Los datos obtenidos por estos dos - últimos investigadores hacen pensar que la cantidad de fluoruro rete-nida por el organismo después de cepillar una vez los dientes con un dentrífico que contenga 1 000 p.p.m. de fluoruro es del orden de - - 15-55 mg. (0,015-0,055 mg.).

GOMA DE MASCAR FLUORADA.

En una serie de estudios de compatibilidad, Clark (1952) observó que el 6,5-23,0% de los iones estancosos y el 36-41% de los iones fluoruro desaparecen de diversas soluciones de fluoruro estancoso al reaccionar con diversos ingredientes del chicle corriente. Estos datos parecen indicar que una importante proporción de fluoruro esta no^o añadido al chicle fluorado se incorpora física o químicamente a la goma y queda, sin posibilidad de reaccionar con los tejidos duros de la boca, ni de ser utilizado metabólicamente por el organismo -- tras su ingestión con la saliva. En una serie de estudios con ^{18}F , -- Emslie, Veall y Duckworth (1961) llegaron a la conclusión de que el 80-90% del fluoruro radioactivo se desprendía de la goma en 10-15 minutos y que a los 10 minutos de masticar un chicle que contenía 100- μg . de ^{18}F se fijaban 20 μg . de fluoruro en un premolar. Emslie y -- sus colaboradores señalaron también que la adición de un 5,0% de car bonato cálcico no alteraba el ritmo de liberación de fluoruro, pero que la edición de un 2,0% de ácido cítrico aumentaba considerablemen te la retención del fluoruro por la goma; sin embargo, este efecto -- quedaba compensado en parte por un aumento de la fijación del ^{18}F en los dientes.

No se han publicado estos datos sobre el destino metabólico de los fluoruros incorporados al chicle. Sin embargo, cabe suponer -- que el destino metabólico del ion fluoruro es siempre el mismo tanto si se administra en el chicle como en cualquier otro vehículo, a con dición de que el fluoruro no se encuentre "desactivado" por una ra-- zón u otra. Por ejemplo: como se ha indicado anteriormente, la pre-- sencia de calcio reduce apreciablemente la utilización metabólica -- del fluoruro, no hay que olvidar que el carbonato cálcico y otras sa les cálcicas son ingredientes comunes del chicle. Por consiguiente, -- se impone estudiar más a fondo el destino metabólico del fluoruro -- añadido a la goma de mascar.

COLUTORIOS FLUORADOS.

También se ha propuesto la fluoración de los líquidos para enjuagues bucales a fin de aprovechar los efectos benéficos denta-- les del fluoruro en la dentadura. El metabolismo del ion fluoruro -- contenido en ellos está condicionado por las mismas variables antes mencionadas, que son enteramente independientes del vehículo de ad-- ministración utilizado. Sin embargo, como ciertos factores que per-- turban el metabolismo (diversos iones, por ejemplo) y que están pre-- sentes en otros vehículos -- dentífricos y suplementos vitamínico-mi-- nerales -- minerales -- no suelen existir en estos líquidos, cabe su-- poner que el fluoruro añadido a los colutorios se absorbe y se meta-- boliza con rapidez.

ANESTESICOS FLUORADOS.

Gran número de compuestos orgánicos fluorados se han sintetizado y estudiado para su posible empleo como anestésicos generales o locales, en vista de su escasa toxicidad, su gran estabilidad y su relativa inflamabilidad. Entre ellos destacan el éter trifluoretilvinílico y el 1,1,1-trifluor-2,2-bromocloro etano, cuyos caracteres toxicológicos y farmacológicos han sido revisados convenientemente por Hodge y Cols.

Como el fluor de estos compuestos también se encuentra unido al carbono por un enlace que no se rompe en los procesos biológicos, tampoco en este caso se puede metabolizar ni entra en las vías metabólicas del ion fluoruro; en consecuencia es eliminado del organismo en unión del compuesto en que se encuentra.

OTROS MEDICAMENTOS FLUORADOS.

Se han propuesto otras muchas aplicaciones de los compuestos orgánicos fluorados y, en consecuencia, se les ha sometido a diversos análisis y ensayos. Ciertos "eteres α " y " β -fluorados" de la glicerina, como el "3-(2-trifluorometil-fenoxi) propano-1,2-diol" y el "3-(2-fluorfenoxi) propano-1,-diol," se han propuesto como relajantes musculares ciertas aminos fluoradas de la tirosina y de la fenilamina como sustancias terapéuticas en trastornos tiroideos. También en la quimioterapia del cáncer se ha ensayado con cierto éxito las piridinas fluorado y otros compuestos orgánicos fluorados. Hodge y Cols. han revisado la farmacología de estos compuestos; y han encontrado muchos ejemplos de otras aplicaciones de compuestos fluorados como: insecticidas, bactericidas, soluciones antipalúdicas, etc. debido a su naturaleza química, el fluor que contienen es metabólicamente inerte por estar ligado directamente al carbón.

CAPITULO III

ABSORCION DE LOS FLUORUROS

a).- Mecanismo y lugar de la absorción.-

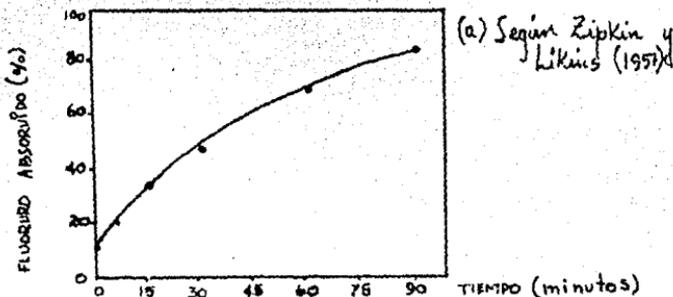
Mecanismo.

La absorción de fluoruro es un proceso esencialmente pasivo en el que no participa ningún mecanismo activo de transporte. Mediante el empleo del isopo radioactivo ^{18}F se ha demostrado la rapidez de la absorción del fluoruro. Ya en 1941, Volker, Sognnaes y Bibby observaron en la rata que la absorción parecía ser muy rápida y a juzgar por la celeridad con que el ^{18}F se distribuye en el organismo. Carlson, Armstrong y Singer (1960) han demostrado en 2 adultos que la ingestión de 1 mg. de fluoruro marcado con ^{18}F va seguida de una rápida absorción. En este experimento utilizaron un contador de centelleo portátil colocado sobre la región abdominal; la frecuencia de las señales descendió rápidamente a los pocos minutos de la ingestión debido a la velocidad de la absorción. La concentración plasmática máxima de fluoruro radioactivo se alcanzó a los 60 minutos. El pequeño intervalo de tiempo que medía entre la administración por vía oral de una determinada cantidad de fluoruros solubles y su eliminación por la orina confirma asimismo la rapidez de la absorción. Los estudios de Hodge y Smith (1965), Ericksson (1958) y Carlson, Armstrong y Singer (1960) muestran que al cabo de 3-4 horas se encuentra en la orina del 20 al 33% de la dosis de fluoruro ingerida.

Por otra parte, numerosos estudios realizados en animales demuestran también la rapidez de la absorción del fluoruro. A continuación se mencionaran algunos de esos trabajos. Se ha demostrado, por ejemplo, que el 75% de un fluoruro marcado con ^{18}F e introducido en el estómago de la rata se absorbe en el espacio de una hora (Wallace, 1953; Wallace-Durbin, 1954). Esta observación ha sido confirmada por Zipkin y Likins (1957), quienes encontraron que el 72% del fluoruro introducido en el estómago de la rata en ayuno (en forma de fluoruro sódico con un contenido de 0,2 mg. de F-) se absorbe en el transcurso de una hora. En la siguiente gráfica puede verse la proporción de fluoruro absorbido por la rata en ayunas en distintos momentos después de la ingestión. La absorción es algo más lenta si a las ratas se les administran cantidades mayores de fluoruro. En el cuadro aparecen las tasas horarias de absorción obtenidas por Stookey, Crane y Muhler (1964).

GRAFICA

"ABSORCION GASTROINTESTINAL DE 0,2 mg. DE FLUORURO INGERIDO POR LA RATA"



En el espacio de 24 horas; como puede verse, en las 8 horas siguientes a la ingestión se absorbe del 80 al 90% de la cantidad ingerida. Estos resultados confirman los obtenidos por Ericsson (1958) en la rata mediante la administración de fluoruro radioactivo (^{18}F). Por su parte, Stookey, Crane y Muhler han demostrado que a las 2 horas de recibir una dosis de fluoruro, la cantidad absorbida por la rata alimentada es un 32% menor que la absorbida por la rata en ayunas.

CUADRO

"ABSORCIÓN DEL FLUORURO EN EL CONDUCTO GASTROINTESTINAL DE LA RATA- EN AYUNAS DESPUES DE LA ADMINISTRACION DE 1,0 mg. de F- (en forma de NaF) (a).

Tiempo transcurrido desde la administración. (en horas)	Promedio de F- Absorbido (en %)
0	-
1	29,1
2	58,1
3	68,5
4	73,4
6	81,3
8	86,4
12	89,5
16	90,8
24	94,9

(a) Según Stookey, Crane, Muhler (1964)

La rapidez con que el fluoruro se absorbe en la sangre y se distribuye por el organismo muestra que en la absorción no interviene ningún sistema de transporte activo; así pues, cabe suponer que se trata de un simple proceso de difusión. Esta suposición se ha visto corroborada por los estudios in vitro realizados por Stookey, Dellinger y Muhler (1964) en distintos segmentos del conducto gastrointestinal de la rata. En una hora, el 47,5% de una dosis de 0,2 mg. de F- se difundió a través del intestino y el 25,7% a través de la pared gástrica, lo cual representa una difusión total del 73,2% de la dosis de ion fluoruro administrada. Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos in vivo por Zipkin y Likins, quienes observaron que tras la administración de 0,2 mg. de F- a la rata en ayunas, el 72% de la dosis se absorbía al cabo de una hora.

El siguiente cuadro nos muestra cuadros sobre la difusión in vitro del ion fluoruro a través del estómago y del intestino de la rata. Estos investigadores han demostrado que: 1o. existe una relación directa entre la velocidad de la difusión y el área de la pared intestinal a través de la que tiene lugar este proceso; 2o. que los tóxicos enzimáticos (cianuro sódico, yodo, acetato sódico o 2,4-dinitrofenol) no alteran la difusión de dentro a fuera en las distintas partes del intestino y 3o. que las variaciones de la temperatura entre 20° y 37°C no ejercen influencia alguna en la difusión del ion fluoruro a través del intestino. Estas observaciones indican que los iones fluoruro se absorben por un proceso de difusión normal a través de la pared gastrointestinal.

CUADRO

DIFUSION IN VITRO 0,2 mg. DE FLUORURO EN DISTINTOS SEGMENTOS DEL CONDUCTO GASTROINTESTINAL DE LA RATA. (a)

SEGMENTO	NUMERO DE ENSAYOS	PROPORCION (%) DE FLUORURO QUE DESAPARECE DEL LUMEN A LOS:		
		30 mins.	60 mins.	90 mins.
Intestino	7	23,7 ± 2,2	47,5 ± 2,5	59,4 ± 4,2
Estómago	8	14,8 ± 5,2	25,7 ± 3,6	35,4 ± 3,6
Total (b)		38,5	73,2	94,8

(a) Según Stookey, Dellinger y Muhler (1964)

(b) Comparese estos resultados con los obtenidos por Zipkin y Likins (1957).

LUGAR DE LA ABSORCION.

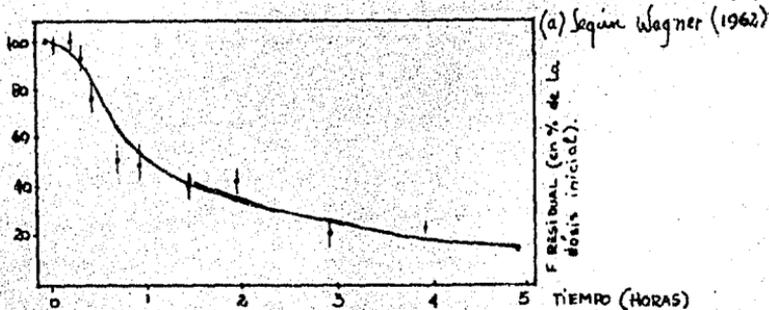
Los trabajos realizados con ^{18}F en el hombre (Carlson, - - Armstrong y Singer, 1960) y en los animales domésticos (Perkinson y

Cols, 1955) hacen pensar que la absorción de los fluoruros se efectúa en el estómago, a juzgar por la rápida aparición de estos en la sangre. Los experimentos in vitro de Foster y Rush (1961), han demostrado el paso del ion fluoruro a través de la pared gástrica, mientras que las observaciones de Stookey, Dellinger y Muhler, también in vitro, muestran que se difunde tanto a través del estómago como del conducto intestinal.

Wagner (1962) ha obtenido datos cuantitativos sobre la tasa de absorción in vivo del fenómeno por la mucosa gástrica de la rata. Para ello llegó el píloro, introdujo directamente en el estómago una dosis de 29,4 μ g. de F⁻ (en forma de NaF), ligó luego la unión gastroesofágica y determinó la desaparición del ion fluoruro del estómago a distintos intervalos de tiempo (hasta cinco horas después de la administración). En la siguiente figura se representa graficamente el resultado de estos experimentos. Como podrá observarse al principio la absorción es lenta. A los 15 mins. de la absorción la cantidad de fluoruro comienza a disminuir rápidamente y al cabo de una hora ha sido absorbido el 50% de la dosis inicial. La absorción continúa, y a las 5 horas sólo un 16% del fluoruro introducido se encuentra en el estómago.

FIGURA

DESAPARACION DE FLUORURO EN EL ESTOMAGO LIGADO DE LA RATA (a)



Después de ligar el píloro se inyectaron en el estómago - - 24,4 μ g. de F⁻ en forma de NaF. Cada punto representa el promedio de los resultados obtenidos en cuatro ratas teniendo en cuenta la desviación típica.

Stookey, Crane y Mulher (1962) han determinado in vivo la absorción del fluoruro en distintas partes del conducto gastrointestinal de la rata a los 30 minutos de la inyección. Algunos de sus resultados se exponen en el siguiente cuadro. El fluoruro utilizado se inyectó en tramos elegidos cuyos extremos, se ligaron después perfectamente, y a los 30 minutos se determinó la cantidad de fluoruro re-

sidual. La proporción de fluoruro absorbida en el estómago oscilaba entre 26 y 36%, según la edad de la rata y la dosis administrada - (100-400 μ g. de F-). En los cinco primeros centímetros del intestino de absorción del 20 al 49% de la dosis inicial de F- y en los dos segmentos siguientes de 5 cms. del 36 al 49%. Estos trabajos demuestran que el estómago absorbe una cantidad notable del fluoruro administrado, si bien esta absorción es menor por término medio que la que ocurre en el intestino.

CUADRO

ABSORCION DEL FLUORURO EN SEGMENTOS LIGADOS DEL CONDUCTO GASTROINTESTINAL DE LA RATA A LOS 30 mins. DE LA INYECCION DE 100 μ g DE F- (en forma de NaF) (a).

SEGMENTO	NUMERO DE RATAS	PESO MEDIO FINAL (en gr.)	PROMEDIO DE F- ABSORBIDO (en %)
Estómago	6	120	35,3
Intestino:			
Primer segmento de 5 cms.	3	120	49,3
Tercer segmento de 5 cms.	3	145	48,3

(a) Según Stookey, Crane y Muhler.

Los resultados de estos experimentos en el animal demuestran que el fluoruro se absorbe en la totalidad del conducto gastrointestinal y todo permite suponer que en el hombre sucede lo mismo. Sin embargo, no se dispone de datos cuantitativos sobre la absorción de los fluoruros en ciertas partes del conducto intestinal del hombre.

Además de por ingestión, el fluoruro puede penetrar ocasionalmente en el organismo (por ejemplo, cuando se maneja fluoruro de hidrógeno) por absorción cutánea.

La absorción de fluoruro en forma de "fluoruro de hidrógeno o de vapores o polvo de compuestos fluorados puede tener importancia en el campo de la higiene del trabajo. La absorción del fluoruro por los pulmones es rápida y casi total. Machle y Largent (1943) han observado que la absorción del fluoruro de hidrógeno inhalado es casi del 100%. Collings Fleming y May (1951) estiman que la absorción es aproximadamente de la misma magnitud tanto si se inhala fluoruro de hidrógeno como polvo que contiene fluoruro.

La absorción de compuestos fluorados por el pulmón ha sido estudiada definitivamente por Largent.

b).- Factores que influyen en la absorción.

La capacidad de absorción de fluoruro por el organismo depende de numerosos factores, entre ellos la solubilidad y el estado físico del compuesto fluorado ingerido, la frecuencia en la administración, la presencia concomitante de ciertos iones orgánicos y la naturaleza de los componentes orgánicos de la dieta.

INFLUENCIA DE LOS COMPONENTES ORGANICOS DE LOS ALIMENTOS.

Las observaciones realizadas en el hombre, el ganado y los animales de laboratorio han puesto de manifiesto que ciertos nutrientes influyen en la aparición de la fluorosis consecutiva a la ingestión de grandes cantidades de fluoruros. Mientras que la nutrición deficiente, el consumo excesivo de grasas y el aporte insuficiente de calcio y vitaminas favorecen el desarrollo de la fluorosis, las verduras frescas y el ácido ascórbico retardan su aparición (Suttie y Philips, 1959). Todavía no se sabe si estos efectos se deben a diferencias en la capacidad de absorción del fluoruro por el organismo. Los resultados de algunos estudios sobre la retención del fluor en la rata hacen pensar que la absorción aumenta cuando la alimentación es muy rica en grasa. En el siguiente cuadro se muestran los resultados de estos estudios.

CUADRO

EFECTOS DE UN REGIMEN RICO EN GRASAS SOBRE LA ACUMULACION DEL FLUORURO EN EL FEMUR DE LA RATA.

TIPO Y CONCENTRACION DE GRASAS	FLUORURO ADMINISTRADO	F- EN EL FEMUR (en mg.)	REFERENCIAS	
Aceite de semillas de algodón	5%	0	-	
	10%	0	0,023	
	20%	0	-	
	5%	0,1% de NaF en las comidas durante 6 semanas	1,58	MILLER Y PHILIPS (1956)
	10%		1,82	
	20%		1,90	
Aceite de semillas de algodón	5%	2 mg. F-/día (en forma de NaF) por sonda gástrica,	1,45	
	20%	durante 10 semanas.	1,72	
Aceite de maíz	20%		1,83	
Crisco (a)	20%		1,80	
Tocino	20%		1,75	

(a) Nombre comercial de un aceite vegetal hidrogenado para uso culinario.

INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS INORGANICOS.

Los iones orgánicos presentes en el agua y en los alimentos pueden dificultar la absorción de los fluoruros. En el caso del agua y de los alimentos corrientes ese efecto es poco importante y puede considerarse despreciable desde el punto de vista de la acción carioprofiláctica del fluoruro administrado a razón de 1 p.p.m. en el agua. Los iones calcio, magnesio y aluminio son los que más reducen la absorción del fluoruro cuando se encuentran en concentraciones elevadas, como se desprende de los experimentos realizados en la rata por Weddle y Muhler (1954). Wagner (1958), ha observado que las pequeñas concentraciones de Ca^{++} , Mg^{++} , y Fe^{++} presentes de ordinario en el agua potable no alteran en absoluto la absorción de los fluoruros por la rata, y que tampoco se modifica la cantidad absorbida si al agua se le añadía aisladamente cualquiera de los siguientes iones, en las cantidades que se indican: Ca (0-200 p.p.m.), Mg (0-160 p.p.m.), Fe (0-20 p.p.m.) o PO_4 (0-80 p.p.m.). Ahora bien, si se añaden conjuntamente todos ellos, en las cantidades máximas citables, la cantidad de fluoruro absorbido disminuye ligeramente.

CUADRO

EFEECTO DEL Ca, Mg y Al. SOBRE LA RETENCION DEL FLUORURO (a) EN LA RATA (b).

SAL	CONCENTRACION CATIONICA	TOTAL DE F (almacenado en mg.)	F RETENIDO (en %)
CaCl ₂	1,0	3,13	11
	0,1	5,92	21
	0,01	10,95	39
MgCl ₂	1,0	5,88	21
	0,1	7,77	28
	0,01	11,43	41
AlCl ₃	1,0	4,22	15
	0,1	8,49	30
	0,01	12,21	44
Ninguna	-	11,98	43

(a) 2 mg. de F⁻ (en forma de NaF) administrados a diario por sonda gástrica. Total de F⁻ ingerido: 24 mg.

(b) Según Weddle y Muhler (1954).

También se ha estudiado el efecto de diversos oligoelementos sobre la absorción y la retención del fluoruro. Los resultados de los experimentos de Stookey, Crane y Muhler (1962), en las ratas -

adultas y en las ratas recién destetadas parecen demostrar que, en las primeras, la presencia de molibdeno aumenta la absorción de fluoruro, efecto que no se observa en las segundas. Büttner (1963) ha estudiado la influencia de los elementos manganeso, vanadio y molibdeno sobre la retención del fluoruro en la rata, observando, que ninguno ejerce efecto alguno sobre la absorción, puesto que no se observaron alteraciones en la retención del fluoruro. En el siguiente cuadro se exponen los resultados obtenidos en este estudio, que han sido confirmados ulteriormente por los trabajos de Ericsson (1966) de administración a la rata de molibdato marcado con ^{99}Mo . y de fluoruro marcado con ^{18}F . El estudio de la influencia de distintos iones inorgánicos sobre la absorción del ion fluoruro por el organismo parecer tener solo un interés académico, ya que en las condiciones normales de nutrición humana las concentraciones de los elementos minerales rara vez alcanzan los límites necesarios para que la absorción del fluoruro se vea afectada apreciablemente. En los casos de intoxicación accidental aguda por fluoruros se aconseja administrar rápidamente suspensiones de compuestos de calcio, magnesio, o aluminio; a fin de reducir la absorción del ion fluoruro por el organismo. Black, Kleiner y Bolker (1949) han observado que a los niños de 3, 5-6 años se les pueden administrar por vía oral dosis de hasta 20-50 mg. de fluoruro sódico, cuatro veces al día sin que se presenten síntomas de intoxicación, siempre que se administre al mismo tiempo una suspensión de hidróxido de aluminio.

CUADRO

EFFECTO DE LA ADMINISTRACION EN EL AGUA DE Mo, Mn, V y F a RATAS RECIÉN DESTETADAS SOBRE LA RETENCION DE FLUORURO EN EL FEMUR (a)

CANTIDADES ADMINISTRADAS EN EL AGUA DURANTE 90 DIAS (b)	NUMERO DE RATAS	F EN EL FEMUR (c)	
		CONCENTRACION (en p.p.m.)	TOTAL (en gr.)
Testigo	14	137 4 (d)	44 2 (d)
50 p.p.m. Mo.	13	130 3	44 1
50 p.p.m. Mn.	12	143 3	47 3
10 p.p.m. V.	17	138 3	42 2
50 p.p.m. F.	17	4421 77	1451 55
50 p.p.m. Mo.+50 p.p.m. F	15	4335 103	1479 73
50 p.p.m. Mn.+50 p.p.m. F	16	4388 86	1401 34
50 p.p.m. V.+50 p.p.m. F	16	4250 132	1254 59

(a) Según Büttner (1963).

(b) Compuestos utilizados: $(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\cdot 24\text{H}_2\text{O}$; $\text{MnCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$; NH_4VO_3 ; y NaF.

(c) Cenizas.

(d) Desviación Típica.

Los trabajos de Cremer y Voelker (1953) en ratas recién destetadas, han demostrado que la ingestión de 0,1% de F- (en forma de fluoruro sódico) con los alimentos provoca la muerte de los animales al cabo de 4 a 6 semanas. Ahora bien, las ratas sobreviven y se restablecen si a partir de la cuarta semana se añade el regimen fluorado un 3% de citrato cálcico.

CAPITULO IV

DISTRIBUCION DE LOS FLUORUROS

- a).- Distribución en los tejidos duros.
(S.M. Weidmann y J.A. Weatherell).

El empleo de los fluoruros en la profilaxis de la caries dental ha conferido a estos compuestos una importancia especial. La fluoración del agua de los abastecimientos públicos aporta inevitablemente a grandes masas de población una cantidad de fluoruro netamente superior a la que estaban habituados. En consecuencia, no sólo es necesario evaluar la eficacia del fluoruro como preventivo de la caries dental, sino también los posibles riesgos derivados del aumento de la ingestión y absorción de fluoruros. Para ello es esencial conocer a fondo los mecanismos de asimilación, acumulación y distribución del fluoruros en los tejidos del organismo.

El fluoruro posee una notable afinidad por los tejidos duros y se encuentra en todas las muestras de huesos y dientes analizados. Posiblemente ello se debe a que no existe alimento alguno ni agua natural que no contenga fluoruros, siquiera sea en forma de indicios. Aunque la cantidad de fluoruro ingerida sea muy pequeña, aproximadamente la mitad pasa a los tejidos duros y queda retenida en ellos, mientras que el resto se excreta rápidamente. La proporción de fluoruro retenida en ciertas partes del esqueleto y de 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; de ahí que las concentraciones de fluoruro varíen tanto según los distintos individuos y según los diferentes tipos de estructuras mineralizadas. Aún en los tejidos que aparecen estructuralmente homogéneos, las concentraciones pueden variar notablemente a distancias muy próximas, incluso de micras.

INCORPORACION DEL FLUORURO EN LA PARTE MINERAL DEL HUESO Y DEL DIENTE

El análisis químico de los tejidos duros ricos en fluoruros ha demostrado que la incorporación del fluoruro altera ligeramente la composición mineral del hueso y del diente; mientras que el carbonato y el citrato disminuyen, la concentración de magnesio aumenta; sin embargo, la proporción Ca/P se mantiene inalterada.

Algunos investigadores han deducido de esos datos que el fluoruro puede reemplazar a los grupos carbonato o bicarbonato situados en el interior o en la superficie de los cristales. Estas ideas se han visto corroboradas por ciertos estudios "in vitro" sobre la incorporación del fluoruro a una suspensión de hueso pulverizado: la

adición de bicarbonato al medio de incubación inhibió la del fluoruro, probablemente a causa de una competencia por los puntos de combinación de la superficie de la red cristalina. También el aumento del pH del medio redujo la incorporación del fluoruro, quizá por una competencia análoga entre los iones fluoruro y oxidrilo. Varios investigadores han demostrado que el esmalte pulverizado también fija el fluoruro; según Schein (1954), esta fijación depende mucho de la concentración del ion fluoruro y del pH de la solución, así como de la duración de la exposición. Estos resultados pueden considerarse demostrativos de que el fluoruro puede incorporarse a los tejidos mineralizados reemplazados a ciertos iones y grupos normalmente asociados a los cristales de hidroxiapatito.

Newman (1956), piensa que la incorporación de los iones de fluoruro a la red cristalina del apatito se desarrolla en tres fases. Según ellos, el cristal está rodeado por una capa de hidratación y la 1.ª fase de la incorporación consiste en el intercambio del ion fluoruro con uno de los iones o de las moléculas polarizadas presentes en esta capa. La segunda fase sería el intercambio del ion fluoruro situado en la envoltura de hidratación con un ion o grupo atómico de la superficie del cristal de apatito. Este intercambio puede ser, no solo heteroiónico con el grupo oxidrilo o bicarbonato, sino también isoiónico con iones fluoruro ya presentes en el cristal. La existencia del intercambio isoiónico ha sido demostrada por Broudevold y Cols. (1957), que observaron que la incorporación de ^{18}F al esmalte dental aumenta cuando hay una concentración elevada de fluoruro en la superficie del diente. En la última fase, los iones fluoruro situados en la superficie del cristal pueden emigrar lentamente, durante el proceso de recristalización, a los espacios vacíos del interior.

La incorporación del fluoruro no parece alterar el cociente Ca/P. Este hecho, unido a la observación de que cuando varía la relación Ca/P del medio de incubación no se altera la incorporación de fluoruro "in vitro" apoyan la tesis de que el fluoruro no reemplaza a los iones fosfato del hidroxiapatito en una proporción apreciable. La única desviación del esquema general descrito se observa cuando se aplica tópicamente a la superficie del esmalte una solución concentrada de fluoruro (1%); en este caso se producen una doble descomposición precipitándose CaF_2 y liberándose fosfato de acuerdo con la siguiente ecuación:



Sin embargo, este desplazamiento del fosfato se produce sólo cuando el apatito reacciona con soluciones de fluoruro de una concentración al menos cien veces mayor que las que se ingieren en una dieta normal.

EFFECTOS DEL CRECIMIENTO, DE LA REESTRUCTURACION Y DE LA ACTIVIDAD METABOLICA SOBRE LA FIJACION DEL FLUORURO.

HUESOS.-

Numerosos datos experimentales confirman que, como era de esperar, el esqueleto fija durante el crecimiento una gran cantidad de fluoruro. Los huesos de los animales jóvenes absorben más fácilmente que los de los animales más viejos. Zipkin y McClure (1952), por ejemplo, administraron a ratas de distintas edades, dosis de 20-mg. de fluoruro y observaron que éste se acumulaba sobre todo en el esqueleto de los animales más jóvenes. También Suite y Phillips (1959) llegaron a la misma conclusión al comparar la cantidad de fluoruro - que se fija en el fémur de la rata, según se trate de animales recién destetados, jóvenes o adultos.

Mediante el empleo de fluoruro radioactivo se ha visto que, en todas las edades, algunas zonas de los huesos son más activas que otras en lo que se refiere a la absorción de este ión. En cada hueso la distribución del fluoruro se ajusta estrechamente al grado de actividad biológica observado. Así, las estructuras esponjosas contienen siempre más fluoruro que las compactas (menos activas), mientras que las partes externas del hueso, biológicamente activas, lo captan más fácilmente que las partes internas. Todo esto puede demostrarse histológicamente en las autorradiografías de huesos de animales a los que se inyecta ^{18}F , así como por los resultados de los análisis químicos.

DIENTES.-

Los factores que determinan la incorporación del fluoruro en 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 de crecimiento y desarrollo. Sin embargo los tejidos dentales se diferencian de los huesos en que, una vez formados, no se reestructuran; además en el esmalte no existe actividad celular. Por otra parte la poca permeabilidad de la dentina madura y sobre todo el esmalte determina una restricción de la movilidad iónica que no se observa en sistema óseo.

En las fases iniciales de la odontogénesis, la escasa calcificación de los tejidos apenas dificulta el transporte iónico. Así pues, durante los períodos de formación y calcificación es máxima la absorción del fluoruro por la dentina y el esmalte.

A este respecto, Wallace-Durbin (1954), ha observado que los incisivos de las ratas adultas incorporan mucho más ^{18}F que los molares, probablemente porque en el animal adulto los molares dejan

de crecer mientras que los incisivos crecen continuamente. Aún después de terminado el crecimiento, la fijación de fluoruro sigue siendo apreciable durante algún tiempo, probablemente porque los dientes incompletamente calcificados prosiguen su proceso de mineralización. Weidmann (1962) demostró que así ocurre en los gatos no totalmente desarrollados, cuyos dientes permanentes absorben más fluoruros que los de los adultos.

El fluoruro se incorpora al diente en tres etapas: la de la fase de formación, la de la fase de mineralización y el período que sigue a ésta. En la primera fase, el fluoruro se incorpora probablemente de una manera uniforme en todo el tejido; en la segunda la incorporación es máxima en las zonas donde se produce la mineralización, y en la tercera, cuando los dientes están totalmente formados y la mineralización es completa, la incorporación se limita casi enteramente a las partes marginales de la dentina y el esmalte.

Con los años, el fluoruro se concentra sobre todo en la parte externa del esmalte. Los análisis del esmalte por capas, tomadas sucesivamente desde la superficie hasta la unión amelodentinaria, han mostrado que las más externas tienen una concentración muy elevada de fluoruro. Después de brotar el diente el fluoruro de los líquidos orales sigue incorporándose al esmalte, quedando retenido en la capa superficial hasta unas 100-200 μ de profundidad. Casi todo el fluoruro retenido en esta zona se adquiere por intercambio iónico; solo en la fase inicial de la odontogénesis, antes de que el esmalte este completamente mineralizado se incorpora por acreción.

La concentración media de fluoruro en la dentina es dos o tres veces mayor que en el esmalte. Al igual que en este, el crecimiento y la mineralización influyen sobre la incorporación del fluoruro a la dentina.

El fluoruro de la dentina no se encuentra distribuido de manera homogénea por todo el tejido y al igual que en el hueso y en el esmalte, tiende a acumularse en la superficie. Esto se debe no solo a la impermeabilidad de la dentina, sino también a la fijación del fluoruro por intercambio iónico en la superficie de la pulpa. La concentración más alta de este elemento aumenta así en las proximidades de la cavidad pulpar donde la cantidad de fluoruro aportada por la sangre es máxima, y disminuye a partir del límite de la pulpa hacia la unión amelodentinaria. Otro factor que hace aumentar la concentración de fluoruro en la dentina pulpar de los dientes permanentes y de los temporales en la formación de dentina secundaria en el interior de la cavidad pulpar. La concentración es más alta en la dentina secundaria que en la primaria, probablemente porque durante el período de formación esta más expuesta a la acción del fluoruro aportado por la pulpa.

EFFECTO DE LA CANTIDAD INGERIDA SOBRE LA INCORPORACION DE FLUORURO.

En todos los tejidos duros y en todas las fases del desarrollo, la concentración de fluoruro depende de la cantidad ingerida.

HUESOS.-

Zipkin y Cols. (1958), han demostrado que la relación entre las concentraciones de fluoruro de los distintos huesos de un mismo individuo se mantiene constante aún cuando varíen las cantidades de fluoruro ingeridas. Los numerosos experimentos realizados en animales con dosis diversas de fluoruro revelan también la existencia de una distribución bastante constante del fluoruro en los distintos tipos y partes de los huesos.

Esta relación constante se mantiene siempre que la ingestión de fluoruro no sea demasiado grande ni dure tanto que produzca alteraciones óseas propias de la fluorosis. La manifestación más patente de esta enfermedad es el desarrollo patológico de "exostosis", cuyas formas y localizaciones son muy variables.

DIENTES.-

En los dientes, al igual que en los huesos, la concentración de fluoruro está directamente relacionada con la cantidad ingerida. Existe una buena correlación entre las concentraciones encontradas en la dentina y el esmalte, y la concentración de fluoruro en el agua potable. Aunque las concentraciones absolutas pueden aumentar o disminuir según la cantidad ingerida, la diferencia entre la dentina y el esmalte se mantiene durante toda la vida del diente.

ELIMINACION DEL FLUORURO DE LOS TEJIDOS Duros.-

Varios investigadores han señalado el hecho de que el fluoruro se pierde con dificultad una vez que se localiza en los tejidos duros; Savchunck y Armstrong (1951), por ejemplo, observaron que en la rata privada de fluor, el esqueleto perdía un 10-15% del fluoruro en 40 días, mientras que en los 40 días siguientes apenas se producía variación alguna.

HUESOS.-

El fluoruro depositado en el esqueleto no permanece indefinidamente en él; tanto en el hombre como en las ratas diferentes edades, se ha observado que el fluoruro esquelético acusa al principio una disminución rápida seguida de una pérdida más gradual.

Los conocimientos sobre la eliminación del fluoruro del esqueleto humano se basan por completo en la determinación de las cantidades excretadas con la orina. Largent (1961); que ha estudiado la excreción urinaria del fluoruro almacenado por personas que lo habían ingerido en cantidades elevadas por largos períodos, observó que durante cierto tiempo después de interrumpido el tratamiento, la cantidad de fluoruro excretado por la orina era mayor que la ingerida. La excreción fué disminuyendo en forma exponencial, pero todavía superaba a la ingestión al cabo de 96 semanas finalizada la administración; el punto medio de la disminución se alcanzó entre las 75 y 80 semanas, y el estado de equilibrio al cabo de 200 a 225 semanas.

Según Largent, la cantidad total de fluoruro que se deposita en los huesos esta relacionada con la cantidad ingerida. Mientras esta última permanece constante, posible incorporación que se produce se verá compensada por la eliminación de parte del fluoruro ya incorporado. Parece existir un equilibrio entre la absorción y el almacenamiento, por un lado, y la movilización y la excreción, por otro.

DIENTES.-

La pérdida de fluoruro de la dentina ha quedado comprobada en un estudio sobre la dentición temporal. Hargreaves y Weatherell (1965) observaron que la concentración de fluoruro en la dentina coronal de los dientes de leche aumentaba con la edad hasta alcanzar un valor máximo, descendiendo luego regularmente al iniciarse el proceso de reabsorción que procede a la caída de esos dientes. Esta disminución parece deberse por completo a la eliminación osteoclástica de la dentina rica en fluoruro de la superficie pulpar. El fluoruro almacenado en las partes internas esta sin duda firmemente incorporado, pero el situado en la superficie del diente quizá no lo este tanto; parte de él puede perderse por intercambio con los iones presentes en la saliva e incluso por la abrasión y el desgaste causados por la masticación.

Los dientes en crecimiento continuo de los roedores pierden fluoruro a medida que crecen y se desgastan. Weidmann (1962) comprobó esta pérdida de fluoruro en los incisivos de la rata, pero no la observó en la dentadura permanente del gato. En el caso de los dientes humanos, es probable que a lo largo de la vida se pierdan algunas micras de tejido de la superficie del esmalte, junto con el fluoruro incorporado, lo cual explicaría la pobreza en fluoruro de la cara labial de algunos incisivos de personas de más de 50 años.

En resumen, para explicar la eliminación de fluoruro de los tejidos duros se han considerado tres mecanismos: reintercambio con iones presentes en los líquidos tisulares, reabsorción del tejido y abrasión mecánica.

b).- Distribución en la placenta y en el feto.-
(Gedalia)

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 gammaglobulinas, pero en general existe una proporción inversa entre el peso molecular de las sustancias y su capacidad para atravesar la placenta (Ville, 1960). Aún no se conoce con certeza el mecanismo del intercambio placentario; según la teoría de la "ultrafiltración", la placenta actúa como una membrana inerte semipermeable, mientras que la teoría de la "función vital" postula un mecanismo preformado que regularía un proceso de secreción.

Los estudios sobre el paso placentario del fluoruro se iniciaron a raíz de la demostración de la influencia de este 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 del fluor son cuestiones que ofrecen 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.

Gardner y Cols. (1952), 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 p.p.m. 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. Ziegler (1956) 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, encontrando 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 puede actuar como una barrera parcial para proteger al feto contra las concentraciones tóxicas de fluoruro; sin embargo, según Held (1954), la concentración de fluoruro es la misma en las sangres materna y 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 los tejidos calcificados, la concentración de fluoruro - va en disminución por este orden: cemento, hueso, dentina, y esmalte. Los tejidos calcificados, normales o ectópicos, tienden a fijar fluoruro y se ha demostrado que existe una relación lineal entre el contenido de fluoruro del esqueleto humano y el del agua potable. (Esta relación se debe a que la mayor parte del fluoruro ingerido proviene del agua).

CAPITULO V

EXCRECION DE LOS FLUORUROS

a).- Vías de excreción distintas a la urinaria.

EXCRECION FETAL.

Aproximadamente el 10% de la excreción diaria de fluoruro se realiza por las heces.

En los Estados Unidos, la excreción fecal de las personas que se alimentan normalmente y consumen agua no fluorada es, en general inferior a 0,2 mg. diarios. Si la alimentación contiene compuestos de fluor relativamente insolubles (harina de huesos, criolita, sales cálcicas insolubles) o compuestos que precipitan al fluoruro de su disolución (sales de calcio o de aluminio), la excreción fecal puede ser considerablemente mayor llegando el 30% o más del fluoruro total ingerido (Largent 1961; Rich, Ensinnck e Ivanovich, 1964). Los estudios sobre animales confirman esta observación.

EXCRECION POR EL SUDOR.

El organismo pierde por el sudor cierta cantidad de fluoruro que puede llegar a ser apreciable en el caso de transpiración excesiva.

Así, mientras que en un ambiente confortable la pérdida diaria del fluoruro por el sudor es probablemente insignificante, en individuos sometidos a una temperatura ambiente de 30°C aproximadamente y a una humedad relativa del 50% el fluoruro eliminado con el sudor representaba aproximadamente el 25% de la excreción diaria total; conviene advertir, sin embargo que en este estudio el sudor solo se recogió durante 8 de las 24 horas del día.

En los climas cálidos y húmedos, McClure y Cols encontraron en el sudor hasta el 46% del fluoruro ingerido: las muestras de sudor recogidas durante una o dos horas en un sujeto que ingería 0,4-0,5 mg. de F diarios contenían de 0,02 a 0,06 mg de fluoruro.

Crosby y Shepherd (1957) estiman que cuando la sudoración es intensa "se elimina por el sudor hasta el 50% del fluoruro total excretado; posteriormente estos investigadores observaron que las concentraciones más altas aparecen en el sudor en la hora siguiente a la ingestión de una dosis de fluoruro, seguramente a causa del aumento transitorio de la concentración de fluoruro en la sangre.

EXCRECION POR LA LECHE.

El fluoruro es un componente natural de la leche humana, su concentración en esta varía entre menos de 0,1 p.p.m. y 0,2 p.p.m., - es decir, es casi igual a la que se encuentra en el plasma. La excreción lactea del fluoruro ingerido, por consiguiente, es practicamente despreciable.

EXCRECION POR LA SALIVA.

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

En muestras de saliva humana, Carlson, Armstrong y Singer - (1960) han encontrado menos del 1% de la actividad del fluoruro radio activo ingerido. Según McClure (1941), las concentraciones normales de fluoruro en la saliva son probablemente muy semejantes a las que se encuentran en la sangre. Actualmente solo se dispone de datos fragmentarios sobre la secreción y el contenido salivar del fluoruro en el hombre.

b).- Excreción Urinaria.

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE INGESTION DEL FLUORURO.

Se considera que la concentración de fluoruro en la orina - es uno de los mejores índices de la ingestión de ese ion.

Al analizar la importancia de la concentración urinaria es conveniente distinguir por lo menos dos grupos de individuos basándose en las condiciones en que se ingiere el fluoruro:

1.- Individuos cuya ingestión normal es bastante constante:

La concentración urinaria de fluoruro puede variar en ellos si ingieren cantidades variables de fluoruro con la alimentación usual o si beben cantidades variables de agua. Sin embargo, si se estudian a lo largo de meses, la ingestión, la excreción urinaria y las concentraciones óseas de fluoruro tienden a alcanzar, al menos superficialmente, un estado de equilibrio.

2.- Individuos que a intervalos irregulares sufren una exposición al fluoruro breve pero intensa. Estos sujetos se mantienen "relativamente expuestos" en el sentido de que sus tejidos óseos no están en absoluto "saturados". En los periodos transitorios en que la ingestión de fluoruro es anormalmente elevada, los rápidos procesos de distribución y excreción del fluoruro: a) depositan aproximadamente la mitad del exceso de este en el sistema óseo y b) eliminan el organismo el resto por la orina.

EXCRECION DE FLUORURO EN LOS INDIVIDUOS CONSTANTEMENTE EXPUESTOS.

Relación entre la concentración urinaria y la ingestión.

En el hombre, la concentración urinaria de fluoruro depende de la concentración de este en el agua potable. De hecho, ambas son casi equivalentes.

Las personas que han residido mucho tiempo en poblaciones que consumen agua fluorada y en las que se llega probablemente a un balance equilibrado de fluoruro, acaban por excretar una cantidad diaria de F prácticamente igual a la que ingieren. Cierta proporción de la cantidad diaria ingerida se almacena en los huesos, pero esta retención queda compensada por el F movilizado en los depósitos del esqueleto.

Un individuo que bebiera un litro de agua diaria y excretara un litro de orina con la misma concentración de F tendría un balance equilibrado de fluoruro. Sin embargo, este cálculo tan simple puede conducir a interpretaciones erróneas. 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 de que las concentraciones de fluoruro en el agua y de 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.

EL ESTADO DE EQUILIBRIO.

La existencia de un estado de equilibrio ha quedado demostrada por estudios sobre el balance de fluoruro, en especial realizados por Largent (1961).

En los estudios de balance se han observado grandes fluctuaciones de la excreción urinaria semanal de F. durante más de cuatro meses, pero también una tendencia definida hacia el estado de equilibrio (Machle, Scott y Largent, 1952). En otros estudios análogos, en cambio, no se encontró indicio de tal estado. En estudios de corta duración sobre mujeres normalmente alimentadas, Ham y Smith (1954) encontraron concentraciones de fluoruro urinario bastante constantes y balances ligeramente positivos.

VARIACIONES INDIVIDUALES.

Las concentraciones urinarias de fluoruro varían característicamente de hora en hora, de día en día y de individuo en individuo.

La excreción de fluoruro es tan rápida que en una muestra

de orina recogida a las 3 horas de la ingestión se encuentra ya una proporción apreciable de la cantidad total de fluoruro que se eliminará por esta vía; por otra parte, si el individuo ingiere gran cantidad de líquido puede emitir una orina diluida con una concentración más baja de fluoruro.

También los hábitos del individuo son importantes: por ejemplo, un sujeto que ingiera grandes dosis de té, tendrá más elevada la concentración de fluor, que un individuo que bebe agua probablemente poco fluorada.

EXCRECION EN LOS INDIVIDUOS POCO EXPUESTOS.

Rapidez.

La rapidez de la excreción urinaria es una de las principales características del comportamiento del ion fluoruro en el organismo. Incluso cantidades tan pequeñas como 1,5 mg. ó 5 mg., tomadas en un vaso de agua, se absorben y se excretan tan rápidamente que a las tres horas de la ingestión se puede encontrar el 20% del fluoruro ingerido en la orina. (Hodge, y Smith, 1965).

Según Zipkin, Lee y Leone (1957), el fluoruro añadido aparece en la orina con la máxima rapidez en la 1.ª hora, disminuyendo después la excreción rápidamente hasta que al cabo de 8 horas se llega de nuevo al valor basal de aproximadamente 0,1 mg. por hora. Esta rapidísima excreción tiene gran importancia como mecanismo protector en caso de intoxicación grave por fluoruro: en general, ó el individuo fallece en las 4 horas siguientes a la intoxicación o recobra, la salud. La brevedad de este período crítico se debe en parte a la rápida eliminación del F de la sangre y de los líquidos extracelulares por vía renal y en parte a la celeridad con que se deposita en el sistema óseo.

MECANISMO DE LA EXCRECION URINARIA.

La extraordinaria rapidez con que se elimina el fluoruro se manifiesta claramente en el hecho de que un mg. de fluoruro consumido, absorbido y probablemente distribuido en la reserva halogenada normal de organismo. (100-150 de cloruro), es tratado por el riñón de un modo tan expeditivo que aproximadamente la tercera parte aparece en la orina en las 4 horas siguientes a la ingestión, Chen y Cols (1956) -- han señalado que "no parece necesario buscar un mecanismo especial de excreción si se demuestra que la depuración renal puede explicar por sí sola la celeridad con que aparece en la orina una proporción apreciable de una pequeña dosis oral". Carlson, Armstrong y Singer (1960) han estudiado la depuración renal en dos personas que ingirieron 1 mg. de fluoruro marcado con ¹⁸F. En ambos casos la depuración de fluoruro

a) fué siempre mayor que la de cloruro, b) aumentó con el flujo urinario y c) fué siempre inferior a la depuración de creatinina.

No cabe duda pues, de que la eliminación del fluoruro de la circulación se hace por filtración glomerular y que la rapidez de su excreción puede atribuirse a una reabsorción tabular menos eficaz.

EXCRECION DE F EN EL EMBARAZO.

Gedalia, Brzerinski y Bercovici (1959) han observado que, - en las regiones donde el agua potable contiene 0,5-0,6 p.p.m. de F 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. Solo a los dos o tres meses - del parto, la concentración de fluoruro retorna al valor existente antes del embarazo.

Poco antes del parto las concentraciones de fluoruro en la sangre (Gedalia y Cols, 1961) 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 de la orina es también más bajo poco antes del parto que a los pocos días de este; la concentración urinaria de fluoruro después del parto es casi la misma en las mujeres lactantes y en las no lactantes. 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 del embarazo asciende a 30 mg. a - juzgar por las variaciones de la concentración urinaria de fluoruro).

MOVILIZACION DEL FLUORURO DE LOS DEPOSITOS OSEOS.

El depósito de fluoruro en el esqueleto humano no es un proceso irreversible. Si una persona que reside en una población con un agua potable muy rica en fluoruro - por ejemplo 8 p.p.m. se traslada a otra cuya agua potable esta poco fluorada, durante algún tiempo eliminará por la orina un exceso de fluoruro. Roholm (1937), ha señalado que cuando un obrero que ha estado expuesto a concentraciones elevadas de fluoruro en el polvo - y que ha almacenado gran cantidad de F en su esqueleto - abandona su empleo, en su orina aparecen grandes concentraciones de fluoruro durante años. El proceso de movilización del -- fluoruro óseo, advertido por primera vez por Roholm, implica probablemente la pérdida de fluoruro tanto de la superficie como del interior de los cristales del mineral óseo. Cuando la concentración de fluoruro es el plasma y en los líquidos extracelulares disminuye, el fluoruro intercambiable de la superficie cristalina es reemplazado por iones oxhidrilo y pasa a la circulación para ser eliminado con la orina.

Durante el proceso constante de reestructuración osteoblástico-osteoclástica del esqueleto humano, las osteonas se destruyen y todo el mineral de los cristales que quedan disueltos entra en la circulación. - Todo el fluoruro de estos cristales, inclusive, el situado en la parte interna de la matriz cristalina, puede pasar al líquido extracelular y ser excretado o redepositado en las superficies cristalinas.

CAPITULO VI

MECANISMO DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LAS PEQUEÑAS DOSIS DE FLUORUROS EN LA BOCA.

(G.N. Tenkins.)

La concentración de fluoruro en los tejidos dentales ofrece características similares a las del hueso. La edad del sujeto y la ingestión de fluoruro con los alimentos y la bebida son los dos factores principales; sin embargo, en el esmalte, que carece de células y de circulación, la incorporación de fluoruro cesa después de los treinta años de edad aproximadamente.

Hoy está perfectamente establecido que, a semejanza de lo que ocurre en el hueso, la distribución de fluoruro en el diente no es uniforme. Las concentraciones de fluoruro en las capas exteriores del esmalte son cinco a diez veces mayores que las internas. Ello se debe, probablemente, a que las capas internas están en contacto con los líquidos tisulares durante más tiempo (después de la formación y antes de la erupción) que las internas, y también al contacto del esmalte externo con la saliva. La dentina secundaria, que se forma lentamente en el curso de la vida y tiene un contacto relativamente prolongado con los líquidos de la pulpa, tiene una mayor concentración de F. que la dentina primaria, que se forma más rápidamente. El aumento de la concentración de fluoruro de la dentina con la edad se debe en parte al aumento de la concentración en la dentina primaria y en parte a que la proporción de dentina secundaria en el diente aumenta con la edad.

RELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE FLUORURO EN EL ESMALTE Y LA CARIES DENTAL.

Poco después de haberse demostrado la relación entre el fluoruro y la caries dental, Armstrong y Brekhos (1938) observaron que la concentración de F en el esmalte de los dientes sin caries era mayor (0,0111%) que en el esmalte de los dientes cariados (0,009%), pero que la concentración de la dentina no variaba. Esta de las concentraciones de fluoruro en el esmalte presentaba gran importancia estadística y se relacionó con los diversos grados de resistencia a la caries de los dientes formados en zonas donde la concentración de fluoruro en el agua no era alta. Durante algunos años se consideró que estas cifras representaban la única diferencia química establecida entre el esmalte con elevada resistencia a la caries y el esmalte poco resistente. Sin embargo, desde que McClure (1948) no pudo confirmarlas, se advirtió claramente que la concentración de fluoruro del esmalte variaba con la edad del sujeto.

MODO DE ACCION DEL FLUORURO EN LA CARIES DENTAL.

Las dos teorías sobre el modo de acción del fluoruro que han suscitado más interés son a) que el fluoruro reduce la solubilidad del esmalte en medio ácido, y b) que el fluoruro inhibe las enzimas bacterianas productoras de los ácidos que se supone atacan al esmalte en la caries.

Otras teorías plausibles son que el fluoruro afecta a la matriz proteínica del esmalte (no estudiada adecuadamente) y que influye sobre la forma del diente. Es posible y quizás probable, que el fluoruro actúe de diversas maneras. También hay que tener en cuenta la posibilidad de que existan otros mecanismos todavía desconocidos.

REDUCCION DE LA SOLUBILIDAD DEL ESMALTE.

Es muy fácil demostrar que si se agita el esmalte en una solución de fluoruro y después se lava, su solubilidad en medio ácido disminuye. De igual modo, basta la presencia de 0,1 p.p.m. de fluoruro en la solución ácida en la que se haya la solubilidad del esmalte para que esta disminuya. (Manly y Harrington, 1959). No hay duda, por consiguiente, de que el fluoruro pueda reducir la solubilidad del esmalte cuando se encuentra en el propio esmalte o en el disolvente. El práctico reside en saber si la ingestión de fluoruro a las concentraciones eficaces para prevenir la caries produce diferencias superficialmente grandes en la concentración de fluoruro en el esmalte o en los líquidos orales para modificar la solubilidad.

Jenkins, Armstrong y Speirs (1952) han comparado la solubilidad del esmalte exterior intacto de series de dientes procedentes de ciudades cuyos suministros de agua contenían 0, 1 y 2 p.p.m. de fluoruro, observando una tendencia hacia una menor solubilidad en los dientes "altamente fluorados". Finn y De Marco (1956), compararon la solubilidad del polvo de esmalte completo procedente de dientes en una región de agua artificialmente fluorada y en una región testigo, y encontraron que el esmalte de los primeros era algo menos soluble.

En un extenso estudio de capas de esmalte molido de dientes formados en diversas condiciones de ingestión de fluoruro, Isaac y Cols (1958), encontraron que el esmalte que contenía más fluoruro era el menos soluble; sin embargo, las diferencias eran pequeñas (menos del 5%) y algunos resultados se consideraron anómalos. En conjunto, todas estas observaciones apoyan la teoría de que el fluoruro actúa reduciendo la solubilidad del esmalte, aunque no son decisivas desde el momento en que no se puede saber si las diferencias pequeñas y erráticas que se han registrado pueden influir en la caries dental.

Brudevold, McCann y Gron (1965) han señalado que, además del fluoruro, otras muchas sustancias reducen la solubilidad del apatito (por ejemplo: el zinc, el plomo, el estaño, el cadmio, el cobre) pero que solo el fluoruro reduce la incidencia de la caries; en su opinión el fluoruro debe actuar gracias a alguna propiedad que le es propia y que no comparte con otras sustancias. Estos investigadores han emitido la hipótesis, de que el apatito solo se deposita en presencia de fluoruro y que, en ausencia de este se forman otros tipos de cristales más solubles, como la "brushita" (CaHPO_4) o el fosfato-octocálcico. Esta hipótesis puede vincularse a la observación de Pigman (1960), de que cuando se trata al diente completo con soluciones ácidas el esmalte se ablanda y se descalcifica, pero si a continuación se trata con una solución que contenga fosfato cálcico e iones de fluoruro, se produce un nuevo endurecimiento a raíz de la precipitación de fosfato cálcico sobre la superficie del esmalte. Si esto ocurriera "in vivo", el proceso de la caries podría concebirse como una sucesión de breves períodos de descalcificación consecutivos a la fase de producción rápida de ácido suscitada por la ingestión de hidratos de carbono, y que alternaría con períodos de precipitación de fosfato cálcico.

IMPORTANCIA RESPECTIVA DE LOS EFECTOS GENERALES Y LOCALES DEL FLUORURO SOBRE LA CARIES.

Si la acción preventiva del fluoruro en la caries se ejerciera realmente por los mecanismos mencionados, cabría preguntarse cuáles de estos operan por un efecto general en el organismo y cuáles por efecto local en la boca. Los estudios epidemiológicos sobre la frecuencia de la caries en sujetos que recibieron por primera vez fluoruro antes o después de la erupción dentaria han demostrado que el efecto principal exige la ingestión de fluoruro durante la formación del diente; sin embargo, también se observa en general un efecto menos acusado cuando se ingiere el fluoruro después de la erupción de los dientes. Por ejemplo en Michigan (EEUU), al cabo de diez años de haberse instituido la fluoración se encontró en el grupo de jóvenes de 16 (que tenían 6-7 años cuando se empezó a fluorar el agua) un índice C P E (dientes cariados, perdidos, empastados) inferior en un 26% al de los testigos, mientras que en los niños nacidos después de la fluoración se encontró que la reducción de dicho índice era del 60% en los dientes permanentes, pero no en los temporales (Hill, Blayney y Wolf, 1957). En el estudio sobre la fluoración efectuado en la Gran Bretaña se observaron reducciones del 26% y 14% de la frecuencia de la caries en los dientes temporales de los niños de 6 y 7 años a los cinco años de haberse iniciado la fluoración (las cifras correspondientes a los niños de 3,4 y 5 años, cuyos dientes se habían formado bajo la influencia del fluoruro, fueron 66%, 57% y 50% respectivamente.

EFECTO DEL FLUORURO SOBRE EL TAMAÑO Y LA MORFOLOGÍA DEL DIENTE.

Ciertas observaciones realizadas en el hombre y en los animales de laboratorio muestran que la ingestión de fluoruro puede modificar el tamaño y la morfología de los dientes. Parece lógico suponer que los dientes más pequeños y las fisuras poco profundas reduzcan -- los puntos de contacto y otras zonas donde el alimento queda retenido.

Forrest (1956) y Ockerse (1949) han encontrado cúspides -- bien redondeadas y fisuras poco profundas en dientes humanos procedentes de regiones de aguas fluoradas de Gran Bretaña y Sudafrica, pero no presentaron datos estadísticos. Wallenius (1957) señaló que los -- dientes formados en una región de agua fluorada fueron en promedio -- 1,7% más anchos que los formados en una región tomada como testigo, -- en contra de la tendencia observada en otros estudios. En Nueva Zelanda, Cooper y Ludwig (1965) midieron los diámetros mesio-distales y -- buco-linguales y las alturas de las cúspides de los primeros molares -- inferiores permanentes de niños residentes en regiones de aguas fluoradas y sin fluorar, encontrando que los diámetros eran un 2% y la altura de las cúspides 5% menores en la región de agua fluorada. Estas -- diferencias son estadísticamente significativas, pero es discutible -- si son lo superficialmente grandes para ejercer un efecto clínico sobre la caries. Además el efecto sobre el tamaño y la forma no parecen -- deberse especialmente al fluoruro, pues algunas de estas diferencias -- se han observado también en Naiper, ciudad donde la ingestión de -- libdeno era considerable por el alto contenido de este elemento en -- las verduras. Paynter y Grainger (1956) han observado que, en un grupo de ratas que ingirieron con los alimentos 12 p.p.m. de fluoruro -- sódico (es decir, 6 p.p.m. de fluoruro) el tamaño de los molares era -- menor y la proporción de molares con fisuras redondeadas mayor que en -- un grupo testigo. Kruger (1962) estudió el tamaño y la forma de las -- fisuras en molares de la rata tras la inyección de una dosis de fluoruro -- mucho mayor que la que normalmente se ingiere con los alimentos -- o el agua: 0,108 mg. diarios de fluoruro por rata hasta la edad de 14 -- días (lo que equivale aproximadamente a 54 mg. en un lactante humano). Sin embargo hay que tener en cuenta que la rata necesita unas 10 p.p. -- m. de fluoruro en el agua potable (es decir, diez veces la dosis humana) -- para que se reduzca la incidencia de la caries, aparte de que -- probablemente es menos sensible que el hombre a otros efectos del fluoruro.

Existen otros mecanismos por los que el fluoruro y diversos oligoelementos podrían modificar la morfología del diente, pero aún -- no se sabe cuales de ellos son realmente efectivos. Algunos investigadores han especulado sobre la pequeña diferencia de tamaño que existe -- entre los cristales de fluorapatito y los de hidroxipatito. Otros -- han imaginado una acción inhibitoria sobre alguna de las células que -- forman el esmalte, que frenaría en parte el crecimiento de este. Se -- cree que la formación de las cúspides depende de variaciones en la -- producción del esmalte por los ameloblastos. (Kronfeld, 1935). Tam--

bién se piensa puede depender incluso de una etapa anterior del desarrollo del esmalte, de modificaciones locales del índice mitótico de las células de la lámina dental que alterarían su plegamiento. Kruger (1962) ha estudiado la histología del diente en desarrollo en -- animales tratados con fluoruro, y aunque observó ciertas perturbaciones de los grupos de ameloblastos, consideró que no eran suficientes para explicar las alteraciones ulteriores. Tampoco se han observado alteraciones histológicas después de la administración de boro, pese a que este elemento tiene un efecto sobre la morfolología dental similar a la del fluoruro.

CAPITULO VII

EFECTOS TOXICOS CRONICOS SOBRE EL ORGANISMO DEL ESMALTE

(B.R. Bhussry)

Los efectos de la intoxicación crónica por fluor sobre la estructura del esmalte en formación se manifiesta por la aparición de una hipoplasia endémica denominada "Esmalte Moteado". La primera mención de estas lesiones hipoplásicas del esmalte proviene de Eäger - (1901). Black y Mockay introdujeron la expresión "esmalte moteado", y definieron esta anomalía como la "presencia de manchas blancas pequeñas o puntos marrones o amarillos irregularmente diseminados por la superficie del diente". Los dientes permanentes son los más afectados aunque el moteado también se ha observado ocasionalmente en la lactación.

En cuanto a la naturaleza de las lesiones hipoplásicas. McKay y Black (1916) sugirieron la posibilidad de que el esmalte moteado se debiera a ciertos factores presentes en el agua consumida en las regiones endémicas. Esta hipótesis se vió apoyada por los estudios clínicos de Kempf (1930) y McKay (1933), realizados respectivamente en Bauxite (Arkansas) y Oakley (Idaho).

Smith, Lantz, Churchill y Velu (1931) postularon la existencia de una relación entre el esmalte moteado y la presencia de fluoruro en el agua potable. Algún tiempo después, otros autores demostraron que, en efecto, había una relación cuantitativa entre la concentración del fluoruro del agua y la intensidad del esmalte moteado (Dean y Elvove, 1935, 1936, 1937).

CLASIFICACION DEL ESMALTE MOTEADO EN LOS DIENTES HUMANOS.

Dean (1933, 1934) observó una variación cualitativa en la distribución del esmalte moteado entre las personas que consumían la misma agua fluorada, así como una diferencia cuantitativa de frecuencia entre niños de distintas regiones endémicas. En consecuencia clasificó la intensidad clínica del moteado en siete grados que van desde la normalidad hasta la forma más extrema. Como el grado de fluorosis dental está en parte relacionado con el contenido de fluoruro del agua consumida, conviene a este respecto tener en cuenta la influencia de las condiciones climatológicas sobre el consumo de agua y, por lo tanto, sobre la ingestión total de fluoruro. Los criterios seguidos para la clasificación de esmalte moteado fueron los siguientes:

- 1.- NORMAL -- Esmalte translúcido, liso y de aspecto brillante.
- 2.- DUDOSO -- Se observa en regiones de endemicidad relativamente al

- ta. ----- En ocasiones es difícil de clasificar, pues no se sabe si incluirlo entre los casos aparentemente normales o en el grupo "muy leve".
- 3.- MUY LEVE -- Presencia de pequeñas zonas opacas y blancas como el papel, diseminadas irregularmente en las superficies labial y oral del diente.
 - 4.- LEVE -- Las zonas opacas blancas cubren por lo menos la mitad de la superficie del diente, y algunas veces se observan manchas de color claro.
 - 5.- MODERADO -- Por lo general están afectadas todas las superficies del diente, y con frecuencia se aprecian ligeras picaduras en las superficies labial y oral. Muchas veces se encuentran manchas pardas antiestéticas.
 - 6.- MODERADAMENTE INTENSO -- Picaduras muy visibles y más frecuentes, en general diseminadas en todas las superficies del diente. Las manchas pardas, cuando existen, suelen tener mayor intensidad.
 - 7.- INTENSO -- La pronunciada hipoplásia afecta la forma del diente. Las manchas son grandes y su color varía desde el pardo oscuro al negro. En ocasiones esta forma puede denominarse variedad "corrosiva" del esmalte moteado.

Basándose en esta clasificación, Dean y Cols (1935), intentaron establecer un índice de esmalte moteado, definido arbitrariamente en función del "grado de intensidad del esmalte moteado" observado clínicamente. Desde entonces se han observado alteraciones hipoplásicas semejantes a las citadas y de naturaleza no fluorótica, especialmente en las regiones donde el agua contiene poco fluoruro. Estas alteraciones explican probablemente la variación del "índice de fluorosis". El diagnóstico diferencial entre la fluorosis leve y el moteado inespecífico puede resultar difícil en los sujetos con antecedentes de ingestión de fluoruro desconocidos, pese a que Nevitt, Frankel y Witter (1963) han establecido algunas características morfológicas.

ASPECTO MICROSCOPICO DEL ESMALTE MOTEADO EN EL HOMBRE.

La bibliografía sobre la naturaleza y el aspecto microscópico del esmalte fluorótico es escasa y todavía no se conocen bien los mecanismos que determinan la aparición del moteado durante el desarrollo y la movilización del esmalte. En 1916, McKay y Black diferenciaron varios grados de decoloración de la superficie del esmalte en cortes triturados de dientes moteados y señalaron la ausencia de sustancia interprismática entre los prismas regulares y bien for-

mados del esmalte, así como la presencia de una pigmentación parda en el tercio exterior de este. Poco después, Williams (1923) demostró -- que las partes fluoróticas del esmalte son más permeables a los colorantes y al nitrato de plata que el esmalte normal, posiblemente como consecuencia del desarrollo defectuoso del esmalte exterior.

En 1933, Ainswoth observó la presencia de manchas blancas y pardas irregulares en el esmalte de escolares de Maldon (Inglaterra) -- y, después de examinar secciones trituradas de estos dientes con luz ultravioleta, señaló que el esmalte sano presenta normalmente una -- fluorescencia azul brillante, mientras que las manchas pardas del esmalte moteado no son fluorescentes. En consecuencia, sugirió que las manchas podían tener un origen ajeno al esmalte y que la ausencia de sustancia interprismática en este podía ser la causa de aquellas, con firmando así las observaciones anteriores de Williams (1923).

Eurasquin (1934) llegó a la conclusión de que la permeabilidad de la parte externa del esmalte moteado era semejante a la del -- "esmalte inmaduro pre-eruptivo". Poco después, Applebaum (1936) estudió con rayos X blandos, secciones de dientes moteados y señaló una -- disminución de la densidad radiológica en la parte externa del esmalte fluorótico. También observó que la transparencia del esmalte a los rayos X era directamente proporcional a la intensidad del moteado.

Mediante estudios histológicos y de descalcificación controlada del esmalte moteado, Bhussry (1959) demostró que en el tercio exterior del esmalte existía una pigmentación parda e insoluble en ácidos. En cambio, su observación de que las partes pigmentadas se hacen muy fluorescentes bajo la acción de luz ultravioleta está en contradicción con la de Ainswoth (1933).

Gerould (1945) observó con el microscopio electrónico que -- las secciones del esmalte moteado tratadas con HCl presentaban una estructura de fondo mucho más detallada que el esmalte normal sometido al mismo tratamiento. A juicio de este autor, las diferencias estructurales observadas podrían deberse a que el fluorapatito del esmalte moteado es menos soluble en los ácidos que el hidroxiapatito del esmalte normal.

Awazawa (1962) preparó muestras apareadas de dientes con -- distintos grados de moteado para su estudio con el microscopio electrónico y observó que si bien el esmalte era relativamente rico en materia orgánica, la sustancia interprismática era deficiente. Los prismas del esmalte en la superficie del diente estaban poco mineralizados y presentaban cristales de tamaño anormal.

ESTUDIOS EN ANIMALES DE LABORATORIO.

En la rata blanca, la fluorosis se manifiesta por una pro--

funda alteración del desarrollo y del aspecto de los incisivos. El efecto del fluor sobre el desarrollo de los dientes de los animales experimentales parece ser siempre el mismo, cualquiera que sea la forma de administración.

El ler. trabajo sobre las alteraciones estructurales producidas por la ingestión de fluoruro sódico (0,2-0,002%) en los dientes de los animales de laboratorio se debe a McCollum (1925), que observó un desarrollo exagerado de los incisivos superiores de la rata sin la pigmentación característica.

Chaneles (1929) encontró alteraciones de la estructura y la disposición de los ameloblastos en ratas a las que se habían administrado fluoruros.

Smith y Lantz (1931) observaron la existencia de fluorosis experimental en la rata blanca, pues las ratas a las que se habían administrado fluoruro sódico (0,02, 0,05, y 0,1%) con el agua o los alimentos presentaron esmalte moteado después de un mes de tratamiento. Estos investigadores llegaron a la conclusión de que el NaF influía sobre el desarrollo de las estructuras dentales, independientemente del modo de administración. También Bethke y Cols observaron hipoplásia del esmalte dental en las ratas que habían consumido una dieta enriquecida con fluoruro.

Sebrell observó alteraciones en los dientes de las ratas a las que se administró agua concentrada; los dientes incisivos perdieron su color anaranjado normal, convirtiéndose en blancos; también se produjeron cuando se dió a las ratas agua destilada que contenía 150 p.p.m. de fluoruro sódico. Sin embargo, cuando la concentración de NaF en el agua destilada se aumentó a 500 p.p.m., el agua resultó ser fuertemente tóxica y solo sobrevivieron unos pocos animales, con dientes frágiles y de color blanco yeso.

Dean y Cols (1934) señalaron la presencia de pequeñas estriaciones en los incisivos de ratas que ingirieron durante 23 días agua potable con 25 p.p.m. de NaF. La intensidad de las alteraciones causadas en los dientes de los animales fue proporcional a la concentración de fluoruro en el agua ingerida. Las pequeñas estriaciones iniciales fueron seguidas de manchas pardas irregulares y, finalmente, el esmalte se hizo blanquecino y quebradizo. Los trastornos producidos en la capa ameloblástica se reflejaron en la matriz del esmalte recién formado, que quedó poco mineralizada, aunque la velocidad de aposición no se vió afectada. (Schour y Poncher, 1937). Estos mismos investigadores observaron que la acción acumulativa del fluoruro produjo otro efecto tóxico sobre los ameloblastos y una perturbación tanto del crecimiento por aposición como de la mineralización de la matriz del esmalte, que causaron defectos hipoplásicos en el esmalte.

Bhussry (1959,1960) estudió por métodos histoquímicos y microrradiográficos la influencia de diferentes concentraciones de fluoruro sódico sobre los dientes en desarrollo de la rata. Para ello inyectó NaF por vía intraperitoneal a cinco grupos de 10 animales de 3-10 días de nacidos en dosis diarias de 10, 25, 45, 70, y 90 μ g. -- hasta un máximo de 20 días. De los animales que recibieron la dosis de 90 μ g., solo dos sobrevivieron. En todos los animales se encontraron anomalías de la amelogenesis, cuya intensidad dependía de la cantidad de fluoruro recibida, así como una amplia zona de matriz preesmáltica, que indicaba un retraso en la homogeneización de las fibras de Tomes de los ameloblastos. La aposición y la mineralización de la matriz del esmalte sufrieron retrasos y las alteraciones en la calcificación eran evidentes; también se encontraron grandes zonas sin calcificar en la matriz del esmalte y en algunos casos estaban -- accentuadas las líneas de aposición. Además, era patente la disminución de los mucopolisacáridos y glucoproteínas que constituyen la matriz del esmalte.

Diversos investigadores han sugerido la posibilidad de que la fluorosis esté relacionada con el metabolismo del calcio. (Hauck y Cois, 1933; Lantz y Smith, 1934).

Aunque pueden citarse abundantes datos en apoyo de cada uno de estos mecanismos de acción del fluoruro, ninguno es concluyente -- por sí solo. Como es posible que todos estén relacionados entre sí, -- es necesario estudiar más a fondo el problema de los mecanismos de -- formación de las lesiones hipoplásicas denominadas: "esmalte moteado".

C A P I T U L O V I I I
F L U O R U R O S E H I G I E N E D E N T A L

Actualmente está demostrado que la ingestión de cierta cantidad de fluoruro -- especialmente cuando tiene un carácter continuo desde la la. infancia -- confiere una protección considerable tanto a los dientes de leche como a los definitivos contra la caries, sin -- ejercer la menor influencia nociva sobre el aspecto de los dientes ni sobre el parodonto. El mejor procedimiento para asegurar un consumo adecuado de fluoruro es la fluoración del agua potable, medida de protección colectiva, de la que se beneficiarán todos los usuarios que utilizan agua de una red central de abastecimiento para beber o cocinar.

a).- EFECTOS DE LA ADMINISTRACION TOPICA DE FLUORURO SOBRE LA FRECUENCIA DE LA CARIES.

Desde que se descubrió que el ion fluoruro reacciona rápidamente con los fosfatos de calcio incluso, con el apatito del esmalte dental, los especialistas se han esforzado en encontrar procedimientos eficaces para reincorporar dicho ion a la superficie del esmalte del diente ya brotado mediante aplicaciones tópicas. Con esta forma de tratamiento se esperaba mejorar la higiene dental, en primer lugar por sus efectos locales en la superficie del diente y, secundariamente, por la retención y la absorción de F.

Después de cada aplicación local siempre queda retenida cierta cantidad de fluoruro, sobre todo cuando se utilizan concentraciones elevadas; el efecto protector parece depender tanto del método de aplicación como de factores tales como el tiempo transcurrido desde la -- erupción, la limpieza y el secado de los dientes antes de la aplicación, el aporte de fluoruro procedente de otras fuentes, etc.

Los procedimientos ensayados son muy numerosos y van desde la aplicación manual (tópica) de soluciones bastante concentradas de fluoruro sódico en la superficie dental hasta el empleo de otros fluoruros en solución (por ejemplo: fluoruro estanosos), asociaciones fluoruro -- ácido ortofosfórico y monofluorofosfato sódico; -- también se ha recurrido a procedimientos bastante complicados, como la aplicación diaria de un gel de fluoruro con una férula especialmente adaptada a la arcada dental, o el uso de la "electroforésis" con el fin de acelerar el movimiento iónico; así como métodos más sencillos tales -- como el empleo de dentífricos y colutorios orales a base de fluoruro.

Los informes sobre el efecto protector de las aplicaciones tópicas, incluso cuando las técnicas son similares o idénticas, dejan traslucir considerables divergencias, que en parte reflejan las notorias dificultades que ofrece el registro clínico de la caries y, en --

parte, las pequeñas pero no menos importantes diferencias de las condiciones experimentales y los efectos de la evaluación cuantitativa - del efecto protector.

En el niño la pincelación cuidadosa y repetida de las superficies dentales con una solución de fluoruro sódico al 2% parece reducir la incidencia de la caries un 40% como máximo durante el año siguiente, pero después apenas queda rastro del efecto protector.

La combinación de fluoruro sódico con ácido fosfórico (con un pH próximo de 3,0) tenía por objeto obtener una mayor incorporación del esmalte a un pH más bajo y, al mismo tiempo contrarrestar con la gran concentración de iones fosfato la desintegración del apatito con la consiguiente liberación de fosfato y formación de CaF_2 inestable. El optimismo de los informes iniciales se ha visto atenuado por los resultados más modestos obtenidos posteriormente.

En las escuelas escandinavas han dado buenos resultados el enjuague de la boca o la limpieza de los dientes con soluciones poco concentradas de fluoruro sódico cada 2 semanas ó más.

La incorporación de fluoruros a las pastas dentífricas facilita la aplicación diaria y casi automática de F, aunque evidentemente solo se benefician de ella las personas que se cepillan los dientes con regularidad. El problema de la compatibilidad del fluoruro con los productos de limpieza generalmente utilizados en esas pastas ha originado ciertas dificultades. No obstante, los ensayos clínicos realizados con diferentes pastas dentífricas fluoradas (por lo general con 0,1% de F) han dado reducciones de 20-30% de la tasa de caries en los escolares; también se han publicado resultados todavía mejores, particularmente en los casos en que se vigiló la limpieza diaria de los dientes.

Los datos cuantitativos sobre los efectos de las aplicaciones tópicas en el adulto y sobre la utilidad de las mismas en las regiones con concentraciones óptimas de fluoruro en el agua no pueden considerarse por ahora como definitivos.

Apenas se ha estudiado la posible reacción de los tejidos gingivales a la aplicación local de fluoruros. Ahora bien, siempre -- que el pH de las soluciones empleadas no sea tan bajo que produzca -- "per se" una irritación superficial, no parece que la aplicación tópica de preparaciones fluoradas (con un contenido de NaF hasta del 2%) -- suscite reacciones en las encías.

b).- Efectos sobre la forma y el tamaño de los dientes.

Difícilmente podía pasar inadvertida a la atención de los investigadores la gran diferencia que ofrece el aspecto de los dien-

tes entre los habitantes de las regiones "hiperfluoradas" y las de las zonas pobres en fluor. En los primeros, la dentadura presenta un brillo notable de tonalidad más amarillenta que azulada, las cúspides son más bajas y aplanadas y los surcos anchos y bien visibles. Al principio, se trató de determinar esta situación basándose en el aspecto de los dientes sin esperar los resultados del análisis químico del agua, si los sectores estudiados eran o no ricos en fluor; -- sin embargo, estas diferencias no se describieron con más detalle a causa, sobre todo de su naturaleza no cuantitativa. Cuando se introdujo la fluoración en Evanston, se observó por la vez una diferencia mensurable en la forma de los dientes: la disminución de la frecuencia de las fisuras profundas (pero sin carácter de caries; las llamadas fisuras "precariosas"), que se hace cada vez más acusada a medida que se prolonga el período de fluoración (sobre todo en los niños de 6-8 años, pero también en el grupo de 12-14 años). Sin embargo un análisis más detenido de los informes publicados revela que esa disminución era ya perceptible poco tiempo después de haberse -- iniciado la fluoración, es decir que también se manifestaba en los dientes ya diferenciados morfológicamente y cuya mineralización había comenzado en un medio pobre en fluor, que solo había empezado a ser favorable en la fase final de la mineralización (el número de fisuras precariosas en los niños de 8 años descendía de 107.65 a 68.63 después de 12-22 meses de fluoración, pero bajó hasta 24.04 al cabo de nueve años). La experiencia anterior ha demostrado que la fluoración no ejerce o apenas ejerce, una acción protectora apreciable de las superficies oclusales de los primeros molares que se han diferenciado morfológicamente y mineralizado en un medio pobre en fluor. -- (Backer Dircks, 1963; Russell y Hamilton, 1961).

En una sección de este trabajo se ha hecho mención de algunos informes aparentemente contradictorios sobre la influencia del fluor en el tamaño de los dientes del hombre y de los animales de laboratorio.

c).- Efectos sobre las parodontopatías.

El polifacético antagonismo que existe entre la caries dental y las parodontopatías plantea una cuestión de especial importancia: ¿Influye desfavorablemente sobre el parodonto la protección contra la caries conferida por la mayor ingestión de fluoruro y, en caso afirmativo, en que medida?. Aunque se han expresado algunos temores en este sentido, hay buenas razones para pensar que el mayor consumo de fluor no afecta en absoluto al parodonto incluso puede ser beneficioso. El consumo continuo de agua hiperfluorada durante la influencia no provoca ni mantiene la inflamación de las encías, como han demostrado entre otros, Russell (1957) en muchachos de 14-15 años (comparación entre Newburgh con 1 p.p.m. de fluoruro, y Kingston, con 0,2 p.p.m. aproximadamente) y el propio autor de este estudio (Adler, 1957) en jóvenes de 16-18 años (comparación entre Szekszard, con --

0,75 p.p.m. aproximadamente y Eger, con 0,2 p.p.m. aproximadamente. - Jiráskova (1961), en Checoslovaquia, y Englander y White (1963), en los Estados Unidos, han observado que el parodonto de los adolescentes que viven en zonas "hiperfluoradas" esta en mejor estado que el que los residentes en distritos pobres en fluoruro, a juzgar tanto -- por el número de dientes afectados por individuo como por el porcentaje de sujetos con "bolsas piorréicas" (el índice parodontal de Russell permaneció constante).

Las comparaciones hechas por Russell y White (1959) en los Estados Unidos basándose en estudios en el adulto nos parecen más importantes. En los estudios mencionados, realizados en localidades con aguas ricas en fluoruros (Colorado Springs, 2,5 p.p.m.; Bartlett, 8 p.p.m. aproximadamente) se determinó la frecuencia de las bolsas piorréicas y el valor numérico del índice parodontal de Russell; los resultados no fueron en modo alguno peores que los obtenidos en zonas -- testigo pobres en fluoruro. En la población femenina de una aldea con agua hiperfluorada, el autor de este estudio tuvo también ocasión de observar que el número de dientes permanentes perdidos hasta una edad bastante avanzada no era mayor que en las regiones pobres en fluoruro.

En resumen, los datos obtenidos con distintos criterios permiten excluir definitivamente la hipótesis de que el mayor consumo de fluoruro tenga un efecto nocivo sobre el parodonto. La disminución -- del número de dientes perdidos en todas las edades a consecuencia de la mayor frecuencia de la caries debe ejercer lógicamente una influencia favorable tanto sobre la posición de los dientes restantes como -- sobre la carga que soportan y, por consiguiente, también sobre el parodonto. Esto explica probablemente la menor frecuencia de bolsas piorréicas tantas veces observada en las zonas ricas en fluoruro, aunque también conviene señalar que la administración de fluoruro evita o reduce la osteoporosis de los tabiques alveolares provocada experimentalmente en el animal por la acción de los "esteroides". (Zipkin, Bernick y Menczel, 1965; Gedalia y Binderman, 1966; Levy y Cols, 1968).

d).- Efectos sobre la caída de los dientes temporales y sobre la erupción de los permanentes.

En el curso de las encuestas epidemiológicas dirigidas por Dean (1944), Shortt observó que en los niños y niñas de 12-14 años residentes en zonas con agua hiperfluorada el número de dientes permanentes por individuo era menor que en los residentes en localidades -- con aguas pobres en fluoruro. La diferencia era estadísticamente significativa para un contenido de fluoruro de 2,5 p.p.m., pero no para un contenido inferior (1,2-1,9 p.p.m.) que, sin embargo, confiere ya un alto grado de protección contra la caries. En consecuencia, Shortt excluyó la posibilidad de que esta diferencia pudiera resultar de la menor frecuencia de caries en los dientes de leche. Posteriormente se ha comprobado que el "retraso aparente de la erupción" de ciertos --

dientes definitivos -----y, por ende, el retraso de la caída de los dientes de leche no depende directamente de la concentración de fluoruro en el agua potable sino de la frecuencia de la caries en los molares temporales (Adler). Los molares temporales y los premolares definitivos son prácticamente los únicos dientes afectados por este retraso en la exfoliación o en la erupción, respectivamente. Los resultados obtenidos en Finlandia (Scheinin y Cols, 1964) y en Dinamarca (Moller, 1965) apoyan esta conclusión.

Respecto a la influencia de la fluoración del agua, los informes relativos a Grand Rapids, Brantford y otros muchos lugares de América del norte y de Europa no dan detalles sobre el número de dientes de leche y de dientes definitivos en los niños y niñas de distintos grupos de edad. Los valores obtenidos en estudios en Newburgh -- Kingston (pese a que, desgraciadamente, no están clasificados por sexos) nos dan claramente la siguiente la siguiente explicación:

"En los niños de Newburgh de 9 y 10 años -- pero no en los de menor edad -- el recuento de dientes después de 8 años de fluoración, dió cifras sensiblemente más bajas que las obtenidas antes de la fluoración, así como en la ciudad testigo. En general, Carlos y Gittelsohn (1965) no han observado retraso alguno en la aparición de la dentición definitiva.

Los resultados de dos estudios de fluoración realizados en niños de menor edad indican que no existe un retraso general la erupción de los dientes permanentes. En cambio el fluor parece frenar la caída prematura de los molares causada por la erupción precoz de los premolares permanentes. La fluoración no parece influir en la erupción de los dientes temporales.

e).- Efectos sobre las anomalías ortodónticas.

Cuando la ingestión de fluoruro con el agua es suficiente, las migraciones e inclinaciones anormales de los dientes que quedan tras la caída de los dientes de leche y definitivos son menos frecuentes que cuando se consume agua pobre en fluoruro. En consecuencia, -- también descende la proporción de anomalías de la oclusión. En Evangton, por ejemplo, la frecuencia de la maloclusión disminuyó después de 8 años de fluoración, de 37,51% a 29,54% en los niños de 6-8 años, de 55,83% a 46,32% en los de 12-14 años, en cambio después de 10 años de fluoración, la frecuencia de esa anomalía aumentó ligeramente en Oak Park durante el mismo período. Antes de la fluoración, la proporción de niños de 6-8 años que habían perdido un segundo molar temporal era por lo menos de 6,2% y en el 3,4% de los casos se asociaba a la maloclusión. Después de la fluoración, las proporciones respectivas descendieron a 2,9% y 0,4%. El 13,4% de todos los casos de maloclusión observados antes de la fluoración coincidían con la pérdida de uno o varios segundos molares temporales, mientras que esa propor-

ción era solo de 1,3% al cabo de 8 años de adoptar esa medida. (Hill, Blayney y Wolf, 1959). En los niños mayores, la pérdida de 1er. molar definitivo tiene gran importancia en la etiología de las anomalías de posición de los dientes. Ast, Allaway y Draker (1962), por ejemplo, - observaron que de 50 niños de Kingston de 13-14 años que habían perdido uno o varios primeros molares, ninguno presentaba una oclusión normal. El 35,2% de los niños de Kingston habían perdido un primer molar, pero en Newburgh solo el 8,1% estaban en ese caso. No es extraño pues que en Kingston se encontraran con más frecuencia anomalías del tipo-I de la clasificación de Angle que en Newburgh. En cambio es bastante sorprendente que la frecuencia de las anomalías de los tipos II y III de la misma clasificación fuera también mayor en Kingston que en Newburgh incluso entre los niños que no habían perdido ningún primer molar. La existencia de una relación causal entre las mencionadas diferencias de frecuencia y la fluoración parece tanto más improbable - cuanto se ha observado que la mayor ingestión de fluoruro no afecta - ni al crecimiento ni las proporciones de los huesos faciales. (Ast, - 1955; Salzman y Ast, 1955).

CAPITULO IX

CONCLUSIONES

Después de muchos estudios y también bastantes trabajos en diferentes zonas y ciudades, así como igualmente los experimentos realizados en animales de laboratorio; al recopilar estos datos, me he dado cuenta que la experiencia adquirida hasta la fecha indica que el agua fluorada es el mejor vehículo de que se dispone para la fluoración, ya que ningún otro asegura una ingestión de fluoruro óptima y permanente.

En las zonas que carecen de un sistema central de abastecimiento de agua, la mejor solución actualmente disponible parece ser el enriquecimiento de la sal de cocina. Otro posible vehículo es la harina, cuyo consumo en algunos países es tan constante como el del agua ó el de la sal común. No obstante, el uso de la sal y de la harina fluoradas requiere de ciertas precauciones que son innecesarias cuando se opta por la fluoración del agua; claro está, teniendo en cuenta el peligro que implica la introducción de este método en las zonas ricas en fluoruros.

El empleo de la leche fluorada ofrece menos garantía por las grandes variaciones del consumo y la frecuente intervención de pequeñas lecherías e incluso granjas, difíciles de vigilar, en la distribución de la leche.

Tampoco se puede esperar gran cosa de la administración continua y en gran escala de comprimidos de fluoruro o preparados similares en el seno de la familia. Ahora bien, donde sí puede resultar factible este método es en las escuelas; por otra parte, la distribución de comprimidos de fluoruro combinados con ciertas vitaminas a los niños de edad preescolar puede despertar un interés suficiente y estimular la colaboración de muchos padres. Actualmente parece demostrado el efecto preventivo de estas medidas sobre la caries.

Los métodos de aplicación local de fluoruro también parecen prometedores en cuanto a su eficacia para prevenir la caries dental, pero tienen el inconveniente de requerir un esfuerzo por parte del sujeto y los servicios de personal profesionalmente capacitado.

La notable eficacia del fluoruro para prevenir la caries dental por un mecanismo que no está totalmente aclarado, justifica toda clase de esfuerzos en la materia de investigación; así como también la búsqueda de nuevos métodos que puedan emplearse útilmente y sin peligro para mejorar la higiene dental que como todos sabemos, es parte integrante de la salud humana.

CAPITULO X

BIBLIOGRAFIA

FLUORUROS Y SALUD.

P. Adler; W. D. Armstrong; Muriel E. Bell;
 B.R. Bhussy; W. Büttner; H.D. Cremer; V. -
 Demole; Y. Ericsson; I. Gedalia; H.C. Hod-
 ge; G.J. Jenkins; S.S. Jolly; E.J. Largent;
 N.C. Leone; T.G. Ludwig; A.E. Martin; G.-
 Minoguchi; J.C. Muhler; E.R. Schlesinger;-
 A.H. Siddiqui; L. Singer; A. Singh; F.A. -
 Smith; G.K. Stookey; D.R. Taves; P. Venka-
 tesworlu; J.C. Weatherell; S.M. Weidmann;-
 I. Zipkin.

(Obra preparada en consulta con noventa y
 tres odontólogos y especialistas médicos -
 de diversos países.

Organización Mundial de la Salud.

(Ginebra, 1972).

FLUORIDE THERAPY.

Stookey, G.K. (1966)

St. Louis Mo. Mosby, Cap. 5

PROFILASSI CARIE DENTALE

(10. Simposio Internazionale)

Visintin, B. y Monteriolo, S. (1955).