

UNIVERSIDAD
“DR. JOSÉ MATÍAS DELGADO”
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DR. LUIS EDMUNDO VÁZQUEZ
ESCUELA DE MEDICINA

Tesis Doctoral
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
DOCTOR EN MEDICINA

Efecto del consumo crónico de agua hiperfluorada sobre el coeficiente intelectual en niños de 5 a 9 años de edad.

ALUMNAS:

Br. Iliana Guadalupe Pérez Galdámez

Br. Laura Beatriz Vaquerano Espinoza

ASESORA:

Dra. Tania Ivett Rodríguez de Segura

AÑO 2010

Contenido

| | |
|---|----|
| Agradecimientos | 3 |
| Planteamiento del problema | 4 |
| Antecedentes..... | 5 |
| Justificación..... | 7 |
| Objetivos: | 9 |
| Objetivo general: | 9 |
| Objetivos específicos:..... | 9 |
| Marco teórico..... | 10 |
| Propiedades Químicas del Flúor..... | 10 |
| Generalidades del flúor..... | 10 |
| Aplicaciones del Flúor en salud..... | 11 |
| Fisiología del Flúor..... | 13 |
| Fisiopatología de la Hiperfluorosis..... | 16 |
| Flúor y Coeficiente Intelectual. | 20 |
| Metodología..... | 22 |
| Tipo de estudio. | 22 |
| Población..... | 23 |
| Selección de los sujetos de investigación. | 23 |
| Variables..... | 23 |
| Criterios de inclusión y exclusión. | 24 |
| Criterios de inclusión para casos | 24 |
| Recolección de datos. | 28 |
| Análisis Estadístico: | 29 |
| Consideraciones éticas..... | 29 |
| Resultados..... | 30 |
| Discusión..... | 40 |
| Conclusiones..... | 45 |
| Recomendaciones..... | 47 |
| Referencias..... | 49 |
| Anexos..... | 55 |

Agradecimientos.

Gracias a Dios por permitirnos llegar hasta este importante momento en nuestras vidas. A nuestros padres por su apoyo, cariño y comprensión sin condiciones ni medida, a nuestra asesora por todos sus consejos, paciencia y opiniones que ayudaron a culminar nuestra tesis y a todos nuestros amigos y familiares que de una u otra manera nos ayudaron en el proceso.

Agradecemos también a Dra. Susy Jiménez, Dra. Yanira Lemus, Dr. Carlos Ingles y al Sr. Moisés Ochoa promotor de la Unidad de Salud Agua Caliente, por sus invaluables contribuciones para la realización de este estudio.

Finalmente agradecemos de manera especial al Sr. Chris Neurath, Director de investigación, AEHSP –Proyecto Americano de Estudios en Salud y Ambiente, por su asesoría.

Planteamiento del problema

La fluorosis sistémica es una condición poco conocida a pesar del gran impacto en la salud de la población en general, ya que no solo se observan alteraciones inmediatas si no también crónicas, las cuales suelen tener repercusiones en el desarrollo físico, cognitivo y psicomotor, como se ha demostrado en diversos estudios, los cuales sugieren que la hiperfluorosis crónica causa alteraciones en el coeficiente intelectual de niños expuestos desde edades tempranas a este halógeno.(1)(2)

Dichas alteraciones son debidas a modificaciones cerebrales, específicamente a nivel del hipocampo el cual actúa como centro integrador de los estímulos externos. Esta región puede ser afectada por variables como la personalidad, salud, factores ambientales así como noxas ambientales en las que se incluyen la exposición crónica al flúor.

El Salvador cuenta con datos epidemiológicos sobre fluorosis dental, pero no se poseen datos sobre las exposiciones crónicas al flúor o de sus secuelas sistémicas. Sin embargo existen poblaciones que están consumiendo agua hiperfluorada en regiones rurales que aún no cuentan con servicio de agua potable; tal es el caso del Municipio de Agua Caliente, Chalatenango.

Se ha observado en dicho Municipio, la aparición de fluorosis dental siendo detectada por el médico odontólogo, por lo cual se han iniciado programas para la prevención del apareamiento de las complicaciones asociadas al alto consumo de flúor por parte de la Unidad de Salud de Agua Caliente. Se han detectado casos en el casco urbano de dicho municipio, así como en los cantones Santa Rosa y San Antonio. En este último la población no ha sido beneficiada con sistemas de tuberías para obtener acceso al vital líquido en sus hogares, encontrándose en la necesidad de ingerir agua de vertientes naturales ubicadas en las cercanías del Río Agua Caliente, las cuales nunca han sido analizadas para medir el nivel de flúor.

Teniendo en cuenta las observaciones hechas en algunos estudios sobre la relación existente entre el consumo de agua con elevados niveles de flúor y alteraciones en el comportamiento y el coeficiente intelectual de las personas surge la interrogante **¿Se ve afectado el coeficiente intelectual de niños de 5 a 9 años con el consumo crónico de agua hiperfluorada?**

Antecedentes

La investigación sobre la fluorosis inició en el año 1901, cuando el Dr. McKay noto las manchas color café en los niños habitantes de una comunidad de Colorado Spring, lo cual, en un principio se creyó era causado por la baja calidad de la leche, agua con abundante cantidad de calcio y la ingesta excesiva de carne de cerdo entre otras.(3)(4)

En 1909, se une a la investigación el Dr. Black, logrando demostrar que las “manchas moteadas” en el esmalte de más del 90% de los niños nacidos en esa comunidad, era en realidad una imperfección en el desarrollo infantil y que los dientes afectados eran resistentes a sufrir deterioro. Dicha aseveración se logró al observar que, los niños que ingerían el agua proveniente de las alcantarillas, presentaban el esmalte dental moteado, y luego de dar la recomendación general a la población, que el agua no era apta para consumo humano observó que las imperfecciones no aparecían en los dientes secundarios de los infantes, lo que contribuyó a determinar que el problema radicaba en el agua consumida por la población.(3)

A partir de dichas observaciones, se inician programas para prevención de caries dentales como la fluorización del agua potable en el año de 1945 en EEUU para esto se debió establecer las concentraciones adecuadas para colaborar a la salud dental sin causar el problema de los dientes moteados.(5)

Durante mucho tiempo se pensó que el flúor solo tenía efectos en las piezas dentales; sin embargo se han publicado diferentes estudios los cuales muestran que dicho elemento puede causar daño renal, óseo, neurológico entre otros.(6)(7)

Se han publicado estudios más recientes en los que se expone la asociación entre el consumo crónico de agua hiperfluorada con la disminución del coeficiente intelectual; como publicaron Q Xiang. et al. en el año 2002 la relación inversamente proporcional entre los altos niveles de flúor encontrados en el agua consumida por la población de Sihong County en China, con el nivel de coeficiente intelectual de los niños habitantes de la misma comunidad.(8)

Asimismo, en el año 2003 Y. Lu et al. publica en su estudio “*Effect of high-fluoride water on intelligence in children*” que existe una asociación entre el bajo coeficiente intelectual y la ingesta de agua hiperfluorada. Además se observó que existe una relación proporcional entre la cantidad ingerida del elemento y el nivel en orina, por lo que dichas mediciones son un marcador de hiperfluorosis.(9)(10)(11)

En el año 2008 se realizó un meta-análisis sobre el impacto del flúor en la inteligencia de los niños en el cual se encontró que los niños que viven en áreas con hiperfluorosis tienen cinco veces más posibilidad de tener un coeficiente intelectual bajo que aquellos que viven en lugares sin dicho problema.(1)

Justificación

En El Salvador se cuenta con los reglamentos necesarios para controlar los niveles de flúor y la calidad del agua potable, como la implementación de la Norma Técnica de Calidad del Agua Potable elaborada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, tomando como base la Norma de Agua Potable coordinada por el CONACYT y aprobada por el Ministerio de Economía. A pesar de estas medidas según el V censo Nacional de Población y el IV de Vivienda del año 2007, “solo un 13.5% de los habitantes en el área rural y el 74.1% del área urbana tienen acceso a fuentes de abastecimiento de agua por cañería en todo el territorio nacional”(12), lo que indica que muchas de las comunidades de este país tienen que valerse de mantos acuíferos naturales cercanos a sus viviendas para obtener los beneficios del tan preciado líquido.

Una de estas comunidades se encuentra en el municipio de Agua Caliente, la cual no posee un servicio de agua potable instalado por ANDA. Tanto el casco urbano de dicho municipio como el Cantón Santa Rosa cuentan al momento con un sistema de tuberías y alcantarillado que la misma comunidad instaló con el apoyo de USAID. Luego de situado se realizaron pruebas microbiológicas y mineralométricas, las cuales en un principio no revelaron anomalías, por lo que, se consideró el agua como potable y segura para su consumo. Sin embargo, 2 meses posterior a dicho análisis se repiten las pruebas, pero en esta ocasión los niveles de flúor oscilaban entre 1.98 y 2.01 ppm, valores que superan por mucho lo permitido por el MINSAL y ANDA (1.5 valor máximo según la Norma técnica de Agua Potable).(13)(Ver anexo 5)

La información en cuanto a la prevalencia de fluorosis sistémica es muy reducida, pero su forma dental ha sido ampliamente estudiada. Según la Organización Panamericana de la Salud estudios conducidos en la década de 1990 demostraron una prevalencia de fluorosis dental entre 2,3% y 25,6% (Honduras y Chile respectivamente), dicha prevalencia se debe al consumo de agua y sal fluorada; así como, al uso de pasta dental con flúor, a los programas preventivos de suplementos de flúor, como en el caso de las Bahamas (con una prevalencia de fluorosis de 24%), y a los altos contenidos naturales de flúor en el agua

(>1,5mg/L) que han sido encontrados en países como Belice, Costa Rica, Bolivia, Paraguay y República Dominicana. En El Salvador la prevalencia de fluorosis dental es de 5.2%.⁽¹⁴⁾ Por su impacto en la salud dental, se han realizado estudios transversales en países como Colombia, México y Estados Unidos los cuales informaron sobre un incremento en la prevalencia de fluorosis dental, particularmente en niños de edad escolar y población adulta joven. ⁽¹⁵⁾

Hasta el momento, en El Salvador no se cuenta con estudios que relacionen la hiperfluoración del agua con la incidencia de enfermedades sistémicas en la población. Por lo que es de vital importancia el realizar estudios que muestren evidencia de las repercusiones que puede generar el aumento de flúor en el agua de consumo humano. Esto con el fin de mejorar las condiciones y calidad de vida de la población, y de esta manera contribuir al mejoramiento de los sistemas de salud y saneamiento de las comunidades.

Objetivos:

Objetivo general:

Determinar la relación existente entre el consumo crónico de agua hiperfluorada con el nivel del coeficiente intelectual en niños de 5 a 9 años de edad de la comunidad Agua Caliente, Chalatenango.

Objetivos específicos:

- Determinar el nivel de flúor en el agua de consumo en los municipios de Agua Caliente y San Ignacio.
- Identificar signos de fluorosis dental en la población infantil en niños entre 5 y 9 años de edad de las comunidades.
- Correlacionar los hallazgos en piezas dentales de los niños con edades entre 5 y 9 años y las mediciones del coeficiente intelectual de los niños participantes del estudio.
- Determinar el Índice Colectivo de Fluorosis Dental para la población investigada.

Marco teórico

Propiedades Químicas del Flúor.

El flúor es un elemento encontrado en cuantía en la naturaleza. Su símbolo es F, con número atómico 9, perteneciente a la familia de los halógenos. Es el elemento que posee la mayor electronegatividad dentro de la tabla periódica y el elemento no metálico más químicamente energético; posee un radio atómico de 0.72 Amstrong. y su primera energía de ionización es de 17,43 eV. Su estado sólido con una densidad de 1,3g.ml-1, que funde a -233°C. Su estado líquido tiene una densidad de 1,108 g.ml-1, con un punto de ebullición de -187°C.

Es un gas de color amarillo pálido a temperaturas normales, posee una gran reactividad química a temperatura ambiente, lo que dificulta la disolución en cualquier líquido sin que se presente reacción con él. Al reaccionar con no metales provoca gas o líquido por lo que dichas reacciones continúan hasta que se consume por completo, resultando como producto final, luz y calor. Al reaccionar con los metales se forma fluoruro metálico protector, lo que bloquea una reacción posterior; sin embargo, dicho bloqueo se elimina al elevar las temperaturas.

El flúor reacciona violentamente con muchos de los compuestos que poseen hidrógeno (agua, amoniaco).(16)(17)

Generalidades del flúor.

El flúor es uno de los constituyentes más comunes de la corteza terrestre. Está ampliamente distribuido en la naturaleza, y el suelo de las diferentes regiones del mundo varía grandemente en su contenido. El flúor llega a las plantas desde el suelo y desde fuentes atmosféricas. Las fuentes atmosféricas son la combustión de hulla y la elaboración de fosfatos, aluminio, acero, plomo, cobre y níquel; también se encuentra en asociación con fosfatos, silicatos y calcio.

El hombre obtiene el flúor de las plantas y del agua. Las fuentes incidentales son los aditivos alimenticios; por ejemplo, la levadura artificial contaminada con flúor y la

ingestión de raticidas e insecticidas que contienen compuestos fluorados. También se absorben los polvos y gases fluorados que se inhalan. Entre sus usos se encuentran:

- Elaboración de pastas dentales.
- Alimentos para peces.
- Manufactura de Aluminio, Cobre, Plomo, Níquel, Acero, etc.
- Fabricación de abono y plaguicidas.
- Opacificación de cristales y esmaltes.
- Productos del ácido fluorhídrico.
- Catalizador de reacciones orgánicas.(18)

El flúor, además de ser utilizado en la industria, es un componente de la dieta diaria; es consumido en cereales no procesados como el arroz, avena en hojuelas, garbanzos y otras lentejas; en vegetales como la espinaca, mora, lechugas, repollo; y en otros alimentos como el pescado de agua salada, pollo procesado, gelatinas y sodas, ya que se ha comprobado que tienen niveles de flúor que sobrepasan las 0.66 ppm, lo que llevaría a contraindicar la ingesta de cualquier otro suplemento, si éstas son consumidas diariamente. (19)

Además puede ser encontrado en algunos alimentos preparados, como es el caso de ciertos téis instantáneos, en los cuales han encontrado valores de hasta 6.5 ppm, los cuales sobrepasan los valores permitidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, puesto que esta bebida es popular entre dicha población; una ingesta crónica podría ser una fuente causal de daños al organismo humano de forma silente. (20)

Aplicaciones del Flúor en salud.

El flúor desempeña un papel importante en el crecimiento del hueso y sobre la dentición manteniendo la dureza del esmalte dental, y contribuye a mantener estable la matriz mineral ósea; por lo que desde el año de 1945 que se decidió suplementar las aguas públicas en EEUU.

El principal efecto preventivo del flúor se relaciona con la influencia sobre los procesos de desmineralización y remineralización que se dan en la superficie libre del esmalte; pero también tiene otros efectos, como la inhibición de los sistemas enzimáticos bacterianos de la placa, inhibición del almacenamiento de polisacáridos intracelulares, así como los efectos citotóxicos en las mismas bacterias. (21)

Según la Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad del Agua Potable del año 1999 actualmente vigente, el Agua Potable se define como “el agua apta para consumo humano, la cual debe estar exenta de organismos que puedan causar enfermedad, y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales, cumpliendo con los requisitos de la Norma Técnica Obligatoria”.(13)

Cuadro 1. Valores permitidos para Sustancias Químicas en agua

| Parámetro | Valor recomendado | Valor máximo admisible |
|---|-------------------|------------------------|
| Ácido Sulfhídrico | no detectable | <0.05 |
| Alcalinidad Total como (CaCO ₃) | 30 | 350 |
| Antimonio | - | 0.005 |
| Calcio | - | 75 |
| Cloruros | 25 | 250 |
| Cobre | 0.1 | 1 |
| Dureza Total como (CaCO ₃) | 100 | 400 |
| Fluoruros | - | 1.5 |
| Hierro Total | 0.05 | 0.3 |
| Magnesio | - | 50 |
| Manganeso | 0.05 | 0.1 |
| Nitrógeno Amoniacal (NH ₄) | - | 0.5 |
| Nitrógeno (kjeldahl) N de NO ₂ y NO ₃ | - | 1 |
| Plata | - | 0.1 |
| Potasio | - | 10 |
| Sílice | 60 | 125 |
| Sodio | 25 | 250 |
| Sulfatos | 25 | 250 |

Fuente: Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad del Agua Potable, Enero 1999 1ª Edición.

Por sus propiedades químicas se ha utilizado, no sólo en la prevención de caries dental sino, también en el tratamiento de enfermedades óseas crónicas, en las cuales se han mostrado resultados favorables, ya que fomenta la retención de calcio al reducir la excreción urinaria y fecal del mismo.(18)(22)

Fisiología del Flúor.

El flúor ingresa al organismo humano de diferentes maneras:

- a) Por contacto directo.
- b) Inhalación de gases de ácido fluorhídrico o de partículas de polvo finas resultantes de procesos industriales o gases procedentes de erupciones volcánicas.
- c) Ingesta de agua o alimentos ricos en flúor.

Esta última es la principal vía de ingreso del flúor al organismo.

Absorción:

Se da principalmente en el tracto gastrointestinal. Está descrito que posterior a una ingesta de flúor, este será absorbido en un 80-90%; sin embargo, existen diversos factores que alteran dicho porcentaje de absorción. Uno de ellos es la presencia de ciertos elementos como el calcio y aluminio, ya que al encontrarse en grandes concentraciones darán origen a compuestos insolubles como son el fluoruro de calcio y el fluoruro de aluminio. (23)

Otro determinante importante en la absorción, es el pH gástrico, se ha demostrado que a menor pH aumenta la absorción del anión, debido a que el flúor iónico se convierte en fluoruro de hidrogeno (HF) el cual puede a travesar fácilmente las barreras biológicas.

Una vez formado el HF es absorbido en las paredes del tracto gastrointestinal. Se calcula que tiene una vida media de absorción de 30 minutos, y en su mayoría es absorbido a nivel estomacal. Sin embargo, el flúor restante puede ser absorbido por el intestino delgado. (22)(23) (24) (25)

Posterior a la absorción en el tracto gastrointestinal, el flúor llega al plasma en donde, al no encontrarse unido a proteínas ni a ningún otro constituyente plasmático, sus concentraciones variaran según la ingesta. Se ha descrito que tras 20-60 minutos a la ingesta de flúor se presenta un pico de la concentración plasmática. Dicho valor será dependiente de la cantidad ingerida, velocidad de absorción, volumen de distribución y velocidad de depuración del plasma por los riñones y tejido óseo(23); sin embargo, se ha calculado que en un adulto sano que ingiere agua fluorada, la concentración plasmática será igual a la concentración en el agua; así, si la concentración en agua es de 1.0ppm la concentración plasmática en ayunas será de 1.0 umol/L.

El flúor contenido en el plasma, pasará a ser parte de los tejidos, y será incorporado a otros fluidos corporales mediante la migración del HF estableciendo un equilibrio de difusión cruzando membranas celulares.(23)

En estudios realizados con animales, se ha demostrado que la concentración intracelular del flúor en tejidos blandos es de 10-50% menor que la plasmática. En cuanto a los fluidos corporales, el flúor ha sido encontrado en la leche humana en una concentración de 0.05ppm; en el fluido gingival está presente en valores elevados con respecto a la concentración plasmática; la saliva completa posee una concentración muy elevada, pero no guarda correlación con la concentración plasmática debido a la contaminación por comida, agua y productos dentales.(23)

Excreción.

La principal vía de excreción es la renal, la cual inicia cuando es filtrado a través de los capilares glomerulares y luego es sometido a un grado variable de reabsorción tubular; la excreción varía entre 12-71ml/min.

Existen estudios en los que se demuestra una relación estrecha entre la excreción y la tasa de filtración glomerular, pH urinario y dieta, ya que la manera de difundir del flúor a nivel renal es en forma de HF, por lo que al aumentar el pH aumenta la excreción, y al no encontrarse unido a elementos plasmáticos, la excreción será aumentada según la cantidad ingerida.(23) (24) (25)

Otro mecanismo importante de excreción es la acumulación ósea del flúor ya que aproximadamente el 99% se encuentra asociado a tejidos calcificados. Sin embargo, las concentraciones no son uniformes. Por ejemplo, las concentraciones son mayores en los huesos largos, en el periostio, pero el hueso esponjoso tiene mayor concentración que el tejido compacto; la dentina y el hueso tienen similares concentraciones de flúor, las cuales incrementan con la edad, mientras que en el esmalte tiene una disminución de concentración marcada.(23)

El flúor ingresa al mineral óseo mediante la sustitución del anión hidroxilo o bicarbonato en la fase de mineralización ósea.(26) Aproximadamente el 50% del flúor absorbido cada día por un adulto sano de mediana edad se asocia a tejido calcificado en las primeras 24 horas, mientras que el resto es excretado virtualmente por la orina. Esta distribución 50:50 cambia en gran manera a favor de una mayor retención en los infantes y en los niños pequeños, y probablemente cambia a favor de una mayor excreción en el adulto mayor. La amplia retención por el esqueleto en desarrollo puede ser causada por un alto aporte sanguíneo, más un área extensa de cristales de hidroxiapatita a diferencia del hueso maduro. (7)

En el tejido dental, el mecanismo de inclusión en el esmalte durante la formación de la matriz dental, opera según los procesos antes explicados. Dicha inclusión depende de la concentración de flúor en contacto con el diente. Con las concentraciones encontradas en productos dentales (colutorios, pastas dentales), da lugar a una película protectora de fluoruro de calcio disminuyendo progresivamente desde la región pulpar hasta la unión diente-esmalte.(21)(26)(23)(23)

Otros tejidos:

La placenta no es considerada como una barrera; por lo tanto, existe relación directa entre las concentraciones de flúor materno y del feto, principalmente si éstas se incrementan súbitamente.(23)

Fisiopatología de la Hiperfluorosis.

Neurotoxicidad del flúor

En estudios realizados en animales en el año de 1982, se observó el daño ante la ingesta aguda de flúor. En estos se demostraba que la barrera hematoencefálica es relativamente impermeable al flúor; sin embargo, en el año de 1995, el Dr. Phyllies J. Mullenix demostró que existe una alteración en el comportamiento de ratas, si son expuestas durante largos periodos de tiempo a cantidades elevadas de flúor. (6) En dicho estudio, se observó que existen diferencias en las manifestaciones del comportamiento dependiendo del periodo de la vida en el que se produce la exposición.

En los sujetos con exposición perinatal, se observaron cambios asociados a hiperactividad, y, en animales con exposición adulta, se observaron déficit cognitivos. En el mismo estudio, se observó que el flúor puede atravesar fácilmente la placenta, lo que permite que se encuentre disponible en la sangre del feto; esto aunado a la inmadurez de la barrera hematoencefálica permite el paso al anión fluoruro.(6)

La hiperactividad y los déficit cognitivos observados, estaban relacionados con daño en el hipocampo; que es en realidad considerado el centro procesador que integra la información del ambiente y el estímulo motivacional para producir decisiones y modificar la memoria. Se observó que el hipotálamo e hipocampo del cerebro de una rata hembra tiene menores concentraciones de flúor comparadas con el de una rata macho. En el grupo control de dicho estudio, la selectividad del hipocampo fue alterada cuando las ratas hembra fueron expuestas por 6 semanas a 100ppm de flúor. Los niveles de flúor en el hipocampo aumentaron y el comportamiento fue afectado. Los adultos machos que recibieron la misma dosis, no tenían aumento de los niveles de flúor pero igual presentaron cambios significativos en el comportamiento.(6)

Las alteraciones obtenidas tras la exposición al anión resultaron ser sexo dependientes; hubo mayor cambio de comportamiento en los machos, lo cual se asoció a que la corteza cerebral en machos experimenta una maduración más temprana que en las hembras.(6)

Por otro lado Nanping Wu reportó en su estudio de 1996, que las ratas expuestas a altos niveles de flúor presentaron un desarrollo cerebral retardado y exhiben cambios en la ultraestructura de la célula neuronal.(27)

Fluorosis gástrica.

En el lumen gástrico, el flúor se encuentra como ácido fluorhídrico. La molécula no ionizada atraviesa fácilmente la membrana de las células epiteliales, penetrando al interior de ellas, donde se disocia en iones fluoruro e hidrogeniones, los cuales lesionan la estructura y funciones celulares, por la ruptura de la barrera de mucosa gástrica.

La dosis única y de alta concentración de flúor de aplicación tópica en la cavidad bucal, con deglución del mismo, genera alteraciones de la mucosa gástrica. Se ha observado que las lesiones se intensifican al utilizar gel fluorado en concentraciones en un rango de 5.000-12.300 ppm, y a mayor viscosidad del producto. Al ser ingeridos los productos con altas concentraciones de flúor, provocaran epigastralgia, náuseas y vómitos, hasta llegar al coma, acidosis, convulsiones, paro respiratorio o arritmias, seguida por falla cardíaca.(28)

Estudios experimentales con aplicación de gel fluorada a concentraciones de 1,23% (12.300ppm), han mostrado aparición de síntomas epigástricos, cambios en los niveles de cAMP (Adenosín Monofosfato cíclico) en plasma y tejidos en el metabolismo de la glucosa y la secreción de amilasa salival. (28)

Fluorosis dental.

Se manifiesta clínicamente como una hipoplasia del esmalte con hipo calcificación, cuya intensidad depende de las concentraciones de flúor ingerido y del tiempo de exposición a dosis altas; de tal forma que las lesiones se pueden manifestar desde ligeras, como son las manchas opacas y blanquecinas de distribución irregular sobre la superficie dental, hasta manchas color marrón acompañadas de irregularidades en el espesor y dureza del esmalte, con fisuras y lesiones semejantes a las abrasiones. (29)

La determinación de la intensidad de la fluorosis dental se estima desde la presencia de pequeñas líneas blancas poco observables y que afectan a una pequeña porción del esmalte; hasta al puntillado más severo, con un alto grado de pigmentación que va del café claro hasta el café oscuro, donde el compromiso estético es importante.

La severidad de la fluorosis dental está influenciada por la edad a la que se empieza, la duración y terminación del proceso de mineralización del esmalte, así como la edad a la que los órganos dentarios hacen erupción. Esto se refiere a que, es mayor la severidad de la manifestación hipoplásica del esmalte, en tanto más tardía sea la erupción dental. Por otro lado afecta más a la dentición permanente que la temporal debido a que durante la gestación es cuando se realiza la mayor mineralización de la dentición temporal.(29)

Fluorosis esquelética:

En los niños que han sufrido exposición perinatal, las deformaciones óseas pueden aparecer como el genu varum y valgum. Radiológicamente se observan combinaciones de osteomalacia, osteoporosis y osteoesclerosis.

En la fluorosis esquelética avanzada (cripling skeletal fluorosis), las extremidades son frágiles y la movilidad difícil, llegando a soldarse algunas vertebras. La mayoría de expertos convienen que la ingestión de 20 mg de flúor por día, durante 20 años o más, puede causar fluorosis esquelética avanzada. Las dosis de 2-5 mg por día pueden causar etapas pre-clínicas y clínicas, como se muestra en el siguiente cuadro.(7)

Cuadro 2. Fases del desarrollo de la fluorosis esquelética.

| Fases del desarrollo de la fluorosis esquelética. | | |
|---|-------------------|--|
| Fase. | Flúor óseo. (ppm) | Síntomas y signos. |
| Hueso "normal". | 500-1000 | |
| Fase pre clínica. | 3500-5500 | Asintomática, aumento apenas detectable de masa ósea. |
| Fase clínica I. | 6000-7000 | Dolores esporádicos, endurecimiento de las articulaciones, osteoesclerosis de la pelvis y la columna. |
| Fase clínica II. | 7500-9000 | Dolores articulares crónicos, síntomas artríticos, calcificación de ligamentos, osteoesclerosis agravada, con o sin osteoporosis de los huesos largos. |
| Fase III, avanzada. | >9000 | Limitación del movimiento articular, calcificación de ligamentos de cuello, columna vertebral, deformidades invalidantes de la columna y articulaciones principales, compresión de la medula espinal y efectos neurológicos. |

FUENTE: Rodolfo C. Puche, Alfredo Rigalli. Fluorosis Esquelética. Actualizaciones en Osteología. 2007;3 No.1:50.52.

Flúor y función renal.

La enfermedad renal reduce la capacidad de excretar fluoruro por vía urinaria, y produce acumulación del anión en el hueso y las articulaciones. Los sujetos sanos excretan el 50% de la ingesta diaria de fluoruro por vía urinaria, la que puede reducirse al 6% en sujetos con insuficiencia renal crónica.

Los pacientes que sufren de enfermedades crónicas, y de éstos los trasplantados renales son más vulnerables a la osteofluorosis e incluso a las complicaciones neurológicas, ya que cuando la función renal declina, por defecto propio o envejecimiento, el contenido en flúor del plasma y del hueso aumenta, por ende, en todo el organismo.(30)

Otros efectos del flúor

Por otra parte los efectos, de la exposición crónica en etapas adultas pueden producir dimorfismos sexuales, alterando la secreción de somatostatina por el hipotálamo, y la hormona liberadora de la hormona del crecimiento, disminuyendo la secreción de la

hormona del crecimiento y perturbando el metabolismo hepático, al alterar las transaminasas. Además que disminuye la liberación de enzimas antioxidantes, como la superóxido dismutasa y catalasa, haciendo más susceptible el tejido a daño bioquímico.

Nanping Wu en su estudio indica que el flúor tiene un efecto inhibitorio en la producción láctea. Song Keqin, et al., encontró que los niveles de prolactina de glándula pituitaria de ratas crónicamente expuestas a niveles de flúor altos en agua, exhiben cambios en la ultraestructura celular, teorizando que el flúor inhibe la liberación de prolactina, y que podría tener efecto tóxico directo en las células productoras de la misma.(27)

Por otro lado, existen reportes de afectación de la función auditiva debido al flúor. Los resultados de las pruebas de pacientes intoxicados con fluorosis endémica, muestran daños al sistema auditivo causado por el flúor, que lleva a una clase de sordera nerviosa a sonidos de alta frecuencia. Los autores lo asocian a daño en el octavo nervio craneal, siendo éste el mecanismo por lo que esto ocurre.

Flúor y Coeficiente Intelectual.

Se han realizado diversos estudios en regiones de China los cuales indican que existe una asociación entre los niveles altos de flúor en el agua de consumo y el bajo coeficiente intelectual.

En un estudio realizado en el año de 2002 por Q. Xiang y Y. Liang, en las comunidades de Wamiao y Xinhuai que incluyó a niños entre las edades de 8-13 años, los sujetos pertenecientes a la comunidad con hiperfluorosis (Wamiao) fueron divididos en cinco grupos de acuerdo al nivel de flúor encontrado en el agua; el sexto grupo conformado por la población de Xinhuai. A cada grupo se le realizó medición del coeficiente intelectual mediante el Test de Raven. Se concluyó que existe una relación inversamente proporcional entre el nivel de flúor en el agua, y el coeficiente intelectual de los niños es decir que a mayor concentración del elemento en el agua el coeficiente intelectual disminuye llegando a retardo mental o inteligencia limítrofe. Se encontró además una diferencia de coeficiente

intelectual entre sexo femenino y masculino en la comunidad de Wamiaio pero no fue notoria en Xinhuai.(8)

En el año 2003 en un estudio realizado por Y. Lu y Zr. Sun se evaluó a niños en las edades de 10-12 años pertenecientes a un área con un alto contenido de flúor en el agua potable. Los resultados en cuanto a la relación entre coeficiente intelectual fueron similares al estudio de Q. Xiang, lo cual prueba que existe una relación entre el bajo coeficiente intelectual y el consumo de agua con niveles elevados de flúor.(9)

Yungpeng Ding et al. en su estudio “The relationships between low levels of urine fluoride on children’s intelligence, dental fluorosis in endemic fluorosis areas in Hulunbuir, Inner Mongolia, China” en el año 2011 establece que aún en presencia de niveles bajos de flúor (0.24-2.84), puede existir una disminución en el coeficiente intelectual de los niños.(31)

Medición del coeficiente intelectual y Test de Raven.

El Test de Raven es uno de los test psicométricos mejor conocido, ampliamente estudiado, y utilizado para la medición de cociente intelectual a nivel mundial. Publicado por primera vez en el año de 1938 por John C. Raven, basado en el análisis bifactorial de Charles Spearman, el cual explica que la inteligencia está formada por 2 factores, factor G y factor S. El primero hace referencia a las características hereditarias de la persona, mientras que el segundo incluye las características aprendidas de cada persona (cultura, estudios). (32)

El test de matrices progresivas, tiene variaciones, las cuales permiten ser adaptado a poblaciones especiales, siendo una de estas los niños entre las edades de 3- 8 años, o personas con déficit mental para quienes se presenta la escala coloreada, la cual cuenta con 36 elementos en 3 series (A, AB, B.). La AB puede no utiliza las cartas que muestran piezas faltantes, para este se utilizan tableros con formas, lo que permite una mejor comprensión por niños.

Su realización es sencilla. Consiste en mostrar a la persona una serie de dibujos con una pieza faltante; el individuo deberá elegir entre una serie de opciones que se muestran al final de la lámina. (33)

Para obtener el resultado del test, primero se debe obtener el número de respuestas correctas. El puntaje conseguido deberá ser ubicado en una tabla de baremo de acuerdo a la edad; posteriormente se obtendrá el percentil y se determinará con este el rango y equivalencia diagnóstica las cuales se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Rangos de coeficiente intelectual.

| Rango. | Diagnostico. |
|--------|--|
| I | Muy superior a la media. |
| II+ | Superior al término medio. |
| II | Ligeramente superior al término medio. |
| III+ | Término medio. |
| III | Término medio. |
| III- | Término medio. |
| IV+ | Inferior al término medio. |
| IV | Inferior al término medio. |
| V | Deficiente. |

Los rangos III+ III Y III- representan el promedio normal de inteligencia. Por debajo de estos están ubicados los rangos de coeficiente intelectual más bajo. Las personas que poseen este CI, presentarán una desventaja a nivel académico, ya que los programas de aprendizaje están diseñados para la población con el coeficiente intelectual promedio.

Metodología.

Tipo de estudio.

Estudio descriptivo retrospectivo transversal de casos y controles.

Población.

La población de estudio fue dividida en casos y controles. El grupo de casos fue conformado por niños y niñas entre las edades de 5 a 9 años, del Cantón San Antonio en el Municipio de Agua Caliente Departamento de Chalatenango. El grupo de controles fue conformado por niños y niñas entre las edades de 5 a 9 años del Cantón El Pinar Municipio de San Ignacio departamento de Chalatenango.

Selección de los sujetos de investigación.

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia para los casos, en el cual se incluyo a todo niño que presente fluorosis dental inscritos en el Centro Escolar Cantón Agua Zarca. El grupo de los controles fue pareado por edad, sexo y nivel educativo con el grupo de los casos.

Variables.

| Variabes. | Definición. | | Indicador. |
|------------------|--|---|--|
| Edad. | | 5 - <6 años. 6- <7 años. 7- <8 años. 8- <9 años. | Hoja de evaluación. |
| Sexo. | | Femenino. Masculino. | Hoja de evaluación. |
| Talla. | Medida de la estatura del cuerpo en centímetros. | Alta. Normal. Baja. | Alta:>2 DE sobre la media. Normal: talla entre +2 DE y -2 DE Baja: < 2DE bajo la media (según gráfica estandarizada utilizada por el Ministerio de Salud) |

| | | | |
|---|--|--|---|
| Peso. | Medido en Kilogramos. | Desnutrición. Bajo peso. Peso normal. Sobre peso. Obesidad. | Datos agrupados según gráfica estandarizada utilizada por el Ministerio de Salud) |
| Escolaridad. | Nivel educativo adquirido hasta el momento del estudio. | Kínder. Preparatoria. Primer grado. Segundo grado. Tercer grado. | Matrícula escolar. |
| Residencia. | Ubicación de la residencia. | Urbana, rural | |
| Fuente de ingesta de agua. | Lugar de donde proviene el agua ingerida por la población. | Tuberías, vertientes naturales, pozos. | |
| Coefficiente intelectual. | Puntuación resultante al realizar Test de Raven. | I, II+, II, III+, III, III- IV+, IV, V. | Percentiles 95, 90, 75, 50, 25, 10, 5. |
| Fluorosis dental. | Presencia de alteraciones en piezas dentales que sugieran exposición a grandes concentraciones de flúor. | Normal, dudoso, muy leve, leve, moderada y severo. | Puntuación de Dean. |
| Flúor en orina. *** | Nivel de Flúor presente en la muestra de orina del participante. | | |
| Nivel de Flúor en agua. | Nivel de Flúor presente en la muestra de agua tomada de la fuente de ingesta. | Ausente, normal, elevada. | Ausente: 0ppm Normal: <1ppm Elevada: >1ppm |
| Tiempo de exposición al agua hiperfluorada . | Tiempo en el cual el sujeto de estudio ha ingerido el agua hiperfluorada. | Cantidad de años en los cuales el sujeto ha estado expuesto a agua hiperfluorada la cual no debe ser menor a 5 años. | Exposición no menor a 5 años |

*** Variable no fue posible medir ya que el país no cuenta con laboratorios que puedan evaluar el nivel de flúor en orina.

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión para casos.

- Niños y niñas entre las edades de 5-9 años de edad inscritos en el centro educativo de Cantón San Antonio.
- Residencia de por lo menos 5 años en la zona.

- Firma de consentimiento informado autorizando la participación.
- Ingesta de agua de fuentes locales que tengan origen en vertientes de ríos.
- Presencia de Fluorosis dental.

Criterio s de exclusión para casos.

- Niños y niñas menores de 5 años y mayores de 9 años.
- Antecedentes de traumatismo craneano, enfermedad neurológica, hipoxia perinatal.
- Residencia menor de 5 años en la zona.
- Padres no aceptan firmar el consentimiento informado.
- Ingesta de agua de fuentes no locales o de agua potable.
- Niños y niñas no inscritas en centro de educación de Agua Caliente.

Criterios de inclusión para controles.

- Niños y niñas entre las edades de 5-9 años de edad inscritos en Centro Escolar El Pinar.
- Residentes del Cantón el Pinar San Ignacio.
- Firma de consentimiento informado autorizando la participación.
- No ingesta de agua hiperfluorada.
- No presencia de fluorosis dental.

Criterio s de exclusión para controles.

- Niños y niñas menores de 5 años y mayores de 9 años.
- No residencia en Cantón el Pinar de San Ignacio.
- Padres no aceptan firmar el consentimiento informado.
- Presencia de fluorosis dental.
- Ingesta de agua hiperfluorada.
- Niños y niñas no inscritos en centro escolar El Pinar.
- Niños y niñas con Antecedentes de traumatismo craneano, enfermedad neurológica, hipoxia perinatal.

Recursos Humanos:

- Equipo de Investigadores cuyas funciones fueron:
 - Realizar entrevistas a los padres o encargados de los niños.
 - Realización del test de matrices progresivas.
 - Toma de muestra de la fuente de ingesta de agua.

- Odontólogos que prestan servicios en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, cuya función fue detectar o descartar patología dental que sugiera fluorosis, utilizando la puntuación de Dean, en los niños de las comunidades estudiadas.

Recursos Materiales.

- Test de Matrices Progresivas.
- Frascos plásticos para toma de muestras de agua.
- Hoja de Evaluación que fue diseñada para este estudio y que se validó en niños del Municipio de San Ignacio. Dichos niños no fueron incluidos en el estudio.
(Ver anexo 1)

Clasificación de Fluorosis Dental

- Puntuación de Dean, la cual fue utilizada para la evaluación de los participantes por odontólogos graduados quienes laboran en las Unidades de Salud de los Municipios de Agua Caliente y San Ignacio. Dicha evaluación fue hecha individualmente a cada uno de los participantes.

Cuadro 4. Criterios de Dean para Fluorosis dental

| Puntuación | Clasificación | Criterio |
|------------|---------------|---|
| 0 | Normal. | El esmalte translúcido. La superficie es lisa, brillante, y por lo general de un pálido color blanco cremoso. |
| 1 | Discutible. | El esmalte muestra aberraciones leves en la translucidez del esmalte normal, que van desde pequeñas motas a manchas blancas. Esta clasificación se utiliza en los casos en que un diagnóstico definitivo de la forma más leve de fluorosis o una clasificación normal no están justificados. |
| 2 | Muy leve. | Pequeñas zonas blancas opacas dispersas irregularmente sobre el diente, pero que no implican tanto como el 25% de la superficie del diente. |
| 3 | Leve. | Las áreas blancas opacas en el esmalte de los dientes son más extensas, pero no implican tanto como el 50% de los dientes. |
| 4 | Moderado. | Toda la superficie del esmalte dental se ve afectada y muestra desgaste marcado y tinte pardo. |
| 5 | Severo. | Toda la superficie del esmalte se ven afectada y existe una marcada hipoplasia, puede verse afectada la forma del diente El signo principal de diagnóstico de esta clasificación es picaduras discretas o confluentes. Las manchas marrones son generalizadas y los dientes a menudo presentan una apariencia corroída. |

Fuentes: Dental Fluorosis Classification Criteria. Disponible en: <http://www.fluoridealert.org/health/teeth/fluorosis/criteria.html>.(34) Dra. Esther Vaillard et al. Fluorosis dental: un problema de intoxicación crónica con fluoruros.(35)

Calculo Índice Colectivo de Fluorosis Dental:

Se calculará el Índice Colectivo de Fluorosis Dental, el cual es el índice epidemiológico para medir fluorosis dental más utilizado.

Para la realización del cálculo, se debe clasificar a los participantes de acuerdo a las lesiones presentadas por hiperfluorosis. La frecuencia obtenida para cada grado se multiplicara por una constante específica para cada grado de lesión llamada ponderación estadística (ver cuadro 5). Los resultados obtenidos deberán sumarse, la cantidad resultante será dividida entre el número de pacientes evaluados. Si el valor es superior a 0.6 representa un problema urgente de salud pública.(35)

Cuadro 5. Ponderación estadística para Fluorosis Dental

| Puntuación | Valor |
|------------|-------|
| Normal. | 0 |
| Dudoso. | 0.5 |
| Muy leve. | 1 |
| Leve. | 2 |
| Moderada. | 3 |
| Severa. | 4 |

Recolección de datos.

Se realizó la toma de muestra de la fuente de agua utilizada para el consumo humano en los dos Cantones a evaluar. Dichas muestras fueron analizadas en el laboratorio de Especialidades Industriales (ESPINSA), mediante la prueba APHA-AWWA-WPCF, 1998, SPANDS, para determinar el nivel de flúor que posee cada muestra, ya que es el único laboratorio acreditado con ISO 9000 en la medición de dicho elemento.

La evaluación de los sujetos de estudio se realizó en dos jornadas. La primera fue realizada en el Cantón San Antonio y la segunda en el Cantón El Pinar. Durante estas visitas se explicó en qué consistía el estudio y los objetivos del mismo además se proporcionó una hoja informativa con la explicación por escrito y su respectivo consentimiento informado a los padres de familia o encargados del menor. Posterior a la autorización, se procedió al llenado de la hoja de evaluación a cada niño participante. La recolección de la información fue realizada por el equipo investigador, con los datos que proporcionaron los padres o encargados de los participantes en el estudio.

Se procedió a la evaluación odontológica, con la cual se identificaron aquellos niños que presentaban fluorosis dental. Posterior a ello, se realizó el Test de Matrices Progresivas de Raven (escala coloreada) para la evaluación del coeficiente intelectual a todos aquellos niños que presentaron algún grado de fluorosis dental.

Análisis Estadístico:

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS y se corroboró los resultados con el programa GraphPad Prism 5. Para la tabulación de los resultados así como la elaboración de gráficos, se realizó mediante el programa de Excel 2007.

A los resultados de las variables en estudio se le aplicó el análisis T de Student para muestra independientes con la cual se compararon los puntajes obtenidos en el test de Raven en los niños con hiperfluorosis y los sanos.

Se calculó el Odds Ratio para establecer el riesgo de que un niño con hiperfluorosis presente alteraciones en los resultados del test de inteligencia. (36)(37) (38)(39)(40)

Además, Chi Cuadrado se utilizó para establecer la asociación entre la fluorosis dental y las alteraciones en el coeficiente intelectual.(41)

Consideraciones éticas.

Siendo de mucha importancia la integridad moral de los pacientes estudiados, ésta se respetó en todo el proceso de la investigación. Por esta razón se brindó información de manera detallada de lo que se realizaría, además se dieron a conocer los beneficios para la comunidad de la realización de dicha investigación.

Puesto que la población de estudio son menores de edad que aún no pueden dar su consentimiento se les pidió a los padres o encargados del menor el consentimiento para la participación en el estudio. Se debe aclarar que el encargado tenía toda la libertad de retirar al menor en cualquier momento del estudio si así lo desease sin que esto le generará ningún tipo de represalia. Se garantizó en todo momento la confidencialidad de los datos de los participantes y han sido utilizados únicamente por el grupo de investigadores. Se inició la evaluación solo si el padre o encargado estaba de acuerdo en la inclusión del menor al estudio.

Para ello se redactó una hoja informativa y un consentimiento informado que debieron firmar el padre o responsable del menor (Ver anexo 2 y 3).

Resultados.

La muestra de casos fue seleccionada por conveniencia, y se realizó un pareo de 1:1 con el grupo control para así cumplir con el criterio de inclusión ya descrito.

Para el desarrollo del estudio y por criterios éticos, se evaluaron a todos los pacientes que acudieron a la convocatoria, sin embargo para realizar el análisis estadístico, se excluyeron 9 niños que no cumplían el criterio de inclusión al no presentar ningún grado de fluorosis dental.

1. Resultado de análisis de niveles de flúor en agua de consumo.

Tipo de Muestra: Aguas de Consumo

Fecha de Toma de Muestra: 01-02-11

Fecha de Finalización del análisis: 04-02-11

Tipo de Toma de Muestras: Puntuales

Muestras tomadas por: Iliana Pérez

Apariencia de las muestras: claras, transparentes

Cuadro 1. Resultados de análisis del agua de consumo.

| Código ESPINSA | Procedencia de la muestra | Fluoruro (1)* (ppm f) | Valor permitido de flúor según norma salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable. | Lugar de toma de la muestra |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------|---|---|
| 91s | Muestra 1.San Ignacio, Chalatenango | 0.38 | 0-< 1.5ppm | Viviendas con servicio de agua tratada por ANDA |
| 92s | Muestra 2. El Pinar, Chalatenango | 0.32 | 0-< 1.5ppm | Viviendas con servicio de agua tratada por ANDA |
| 93s | Cantón San Antonio, Chalatenango | 1.13 | 0-< 1.5ppm | Pozo natural |

| | | | | |
|------------|----------------------------------|------|------------|-----------------|
| 94s | Cantón san Antonio, Chalatenango | 0.56 | 0-< 1.5ppm | Pozo artificial |
|------------|----------------------------------|------|------------|-----------------|

NOTA: ND: No Detectable; ppm: mg/L

Método de Análisis de Flúor: ALPHA-AWWA-WPCF, 1998, SPANDS análisis acreditado*

En el Cuadro 1, se presentan los resultados del análisis efectuado en el agua de consumo, encontrándose en los pozos de los cantones del municipio de Agua Caliente una elevación sustancial de los niveles de flúor, que aunque no sobrepasan los niveles permitidos, en comparación con la muestra control son elevados. Cabe mencionar que dichas muestras fueron tomadas en la estación de verano, cuando los niveles de flúor contenidos en el agua de vertientes naturales son menores que las encontradas en invierno.(13) Además, se han realizado estudios en la zona urbana del Municipio los cuales superan las 2 ppm muy por encima de los niveles permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad del agua potable. (Ver anexo 5)

2. Características Demográficas de la población estudiada.

Cuadro 2. Distribución de casos y controles por edad y sexo:

| Edad de Pacientes | San Ignacio | | Agua Caliente | |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|-----------|
| | Masculino | Femenino | Masculino | Femenino |
| 5 años | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 años | 5 | 3 | 5 | 3 |
| 7 años | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 8 años | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 9 años | 5 | 3 | 5 | 3 |
| Total | 15 | 13 | 15 | 13 |

Cuadro 2. Se observa que la distribución de participantes en el estudio fue pareado por sexo, edad y nivel académico. Se contó con un total de 15 pacientes del sexo masculino y 13 del sexo femenino para cada población.

Grafica 1. Edad y Sexo de los casos y controles

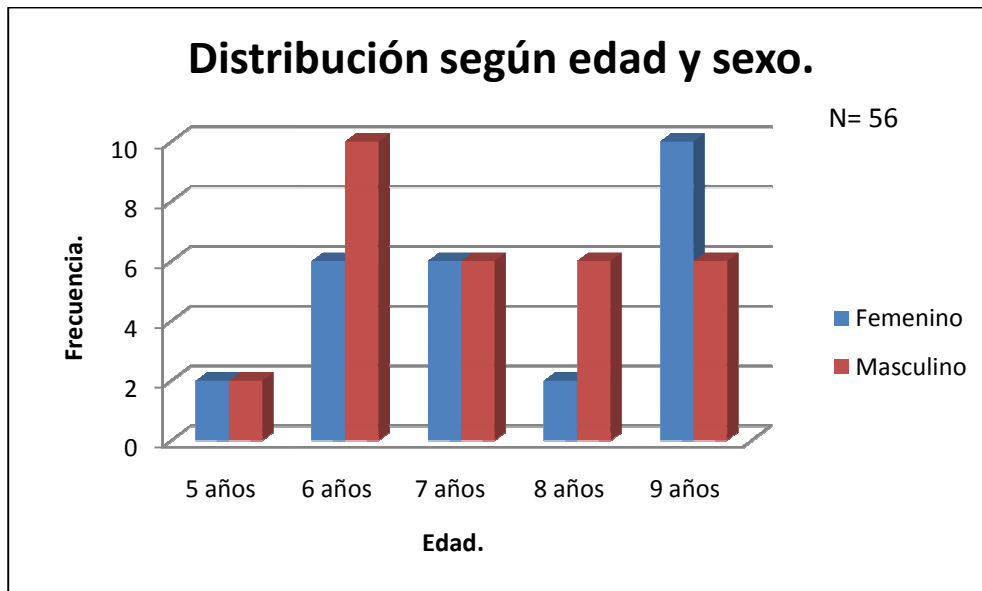
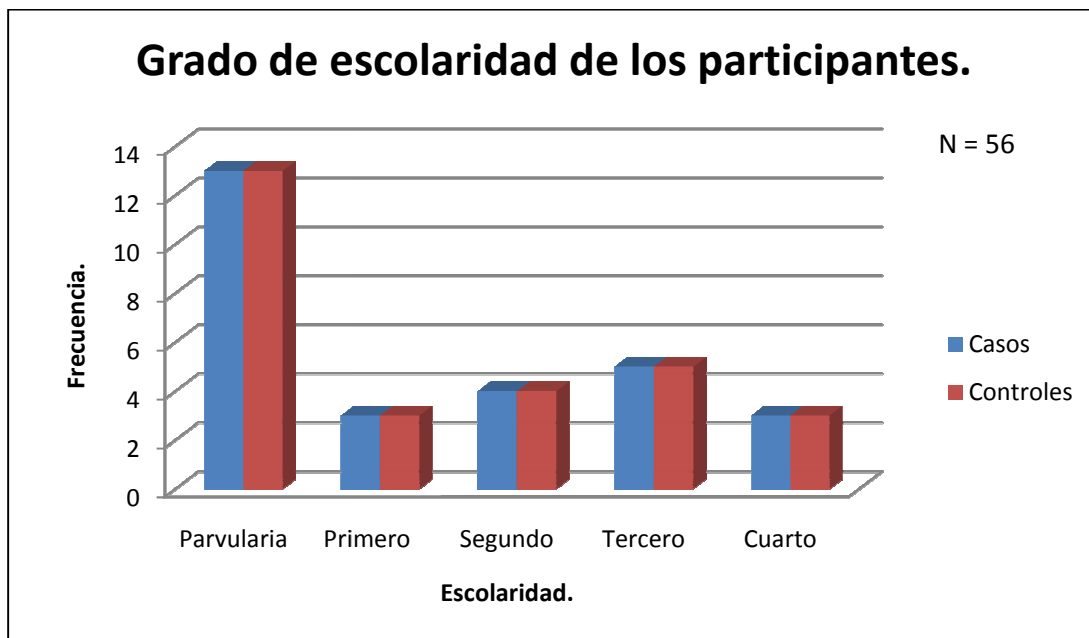


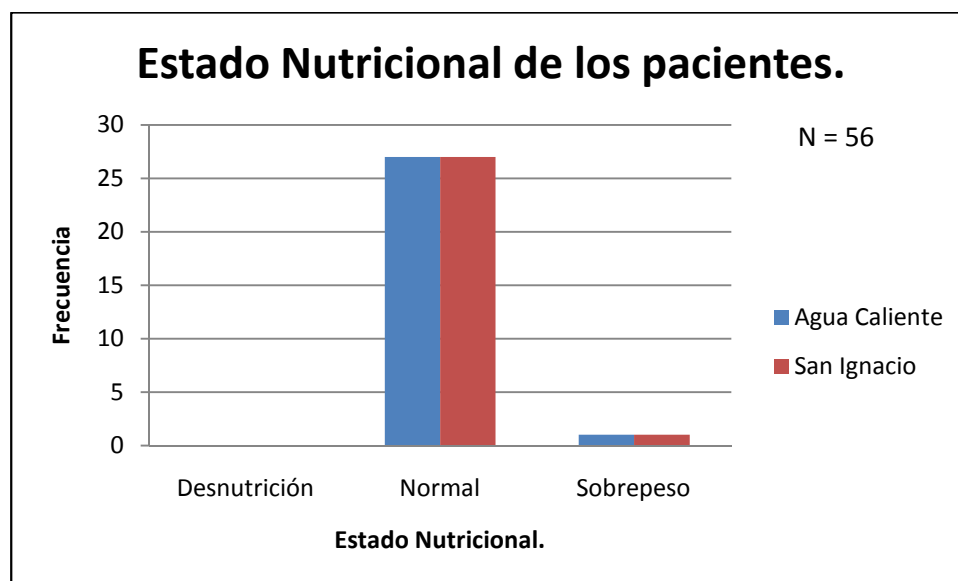
Gráfico 1: La población de casos fue tomada, en base a la edad y sexo de los participantes que acudieron a la prueba. Se observa predominio masculino en las edades de 6 y 8 años, solo en las edades de 9 años hay una preponderancia mayor del sexo femenino.

Grafica 2. Escolaridad de los participantes



La grafica 2 refleja el nivel educativo de la población de casos y controles estudiada. Se observa que la fluorosis está presente desde edades muy tempranas, comprobándose por los hallazgos dentales encontrados en niños que cursan el nivel de parvularia, los cuales aún poseen la dentadura primaria.

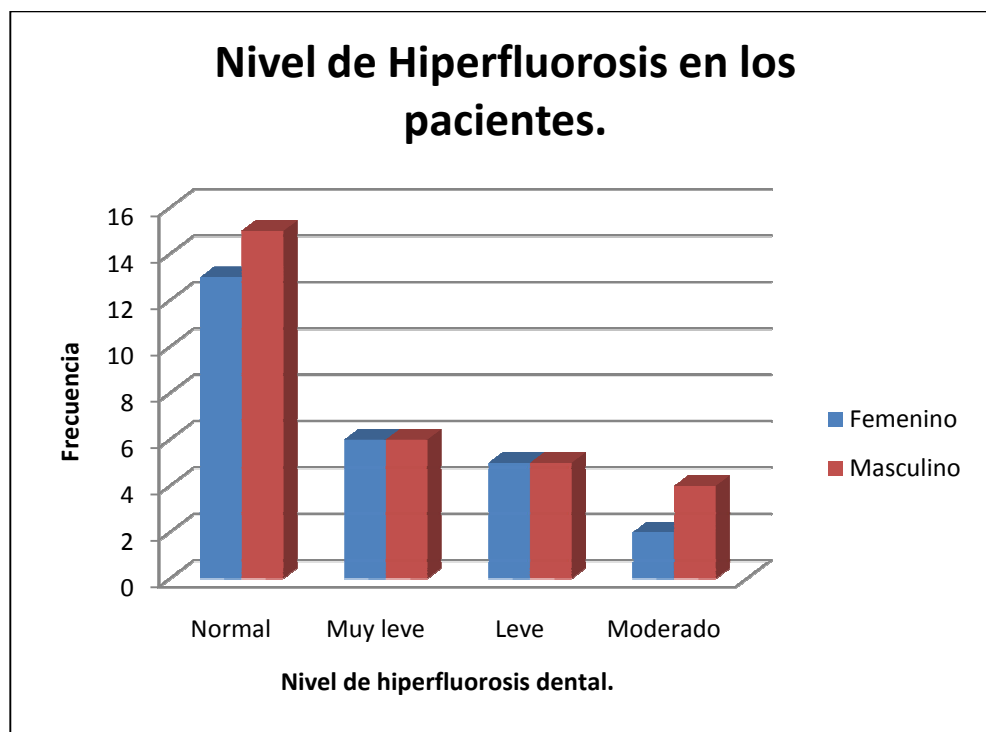
Grafica 3. Estado nutricional de los participantes.



La grafica 3 muestra el estado nutricional de todos los participantes en este estudio, los cuales se encontraron en el rango de normalidad al comparar el peso con respecto a la talla para la edad según la gráfica del programa de continuación de la niñez del Ministerio de Salud.

4. Hiperfluorosis dental.

Grafica 4. Características de Hiperfluorosis Dental.



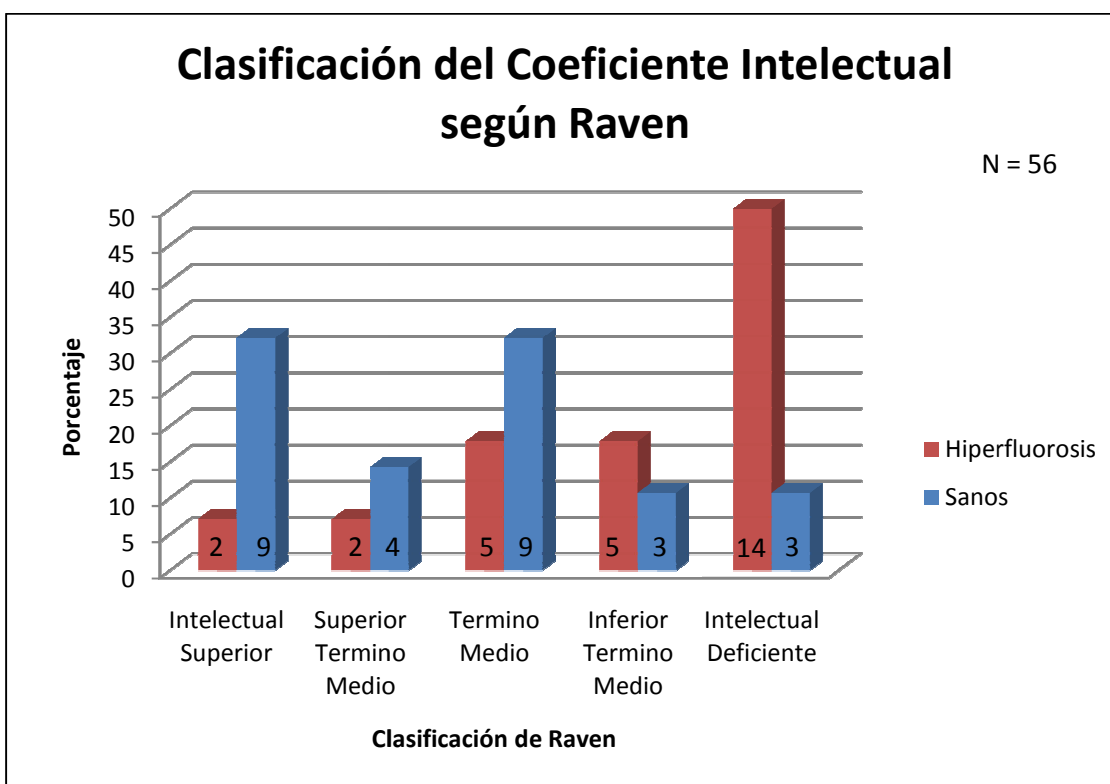
Los resultados de la Grafica 4 obtenidos en el grupo de casos en cuanto a los criterios de Dean, varían desde niveles muy leves a moderados, siendo el primero el criterio más predominante con una frecuencia total de 12, lo cual es congruente con las manifestaciones odontológicas esperadas en este grupo etario. Dichos resultados son directamente proporcionales al tiempo de exposición a altos niveles de flúor. Sin embargo, se encontraron casos moderados a tan temprana edad, pudiendo corresponder a un tiempo de exposición más prolongado o bien a variaciones fisiológicas de cada individuo.

5. Relación de la hiperfluorosis con el coeficiente intelectual

Cuadro 3. Resultados test de Raven para Casos y Controles:

| Puntaje del test de Raven | Hiperfluorosis (%) | Sano (%) |
|-----------------------------------|--------------------|----------|
| Intelectual Superior (P95) | 7.1 | 32.1 |
| Superior Termino medio (P90) | 7.1 | 14.2 |
| Término Medio (P25 – P75) | 17.9 | 32.1 |
| Inferior Termino Medio (P<25-P10) | 17.9 | 10.7 |
| Intelectual Deficiente (P5) | 50.0 | 10.7 |

Gráfico 5. Resultados test de Raven para Casos y Controles.



Tanto en la gráfica 4 como en el cuadro 3 muestra los resultados obtenidos en el Test de Raven para los grupos de casos y controles, donde se observa una marcada elevación de participantes evaluados como Deficientes en el grupo expuesto a altos niveles de flúor (19 sujetos), mientras que solo tres participantes presentaron dicho resultado en el grupo no expuestos. Dicha tendencia se invierte en los controles para los valores de Intellectual

superior, Superior al término medio y término medio, encontrando mayor número de pacientes entre los percentiles 95 al 50 del grupo control.

Cuadro 4. Análisis de Prueba Chi Cuadrado.

| | Nivel de Inteligencia | | Total |
|------------------------|-----------------------|--------------|-------|
| | Superior* | Deficiente** | |
| Hiperfluororsis | 9 | 19 | 28 |
| Sanos | 22 | 6 | 28 |
| Total | 31 | 25 | 56 |

*Inteligencia Superior incluye Intelectual Superior (P95), Superior Término medio (P90) y Término Medio (P75)

** Inteligencia Deficiente incluye Inferior Término Medio (P<50-P10) e Intelectual Deficiente (P5)

| Prueba Chi-cuadrado de asociación | Estadístico | Valor p |
|-----------------------------------|-------------|---------|
| Sin corrección | 12.2116 | 0.0005 |
| Corrección de Yates | 10.4052 | 0.0013 |

Cuadro 4: Para demostrar la diferencia en el nivel de inteligencia obtenidos a través de los resultados obtenidos en el Test de Raven por el grupo de los niños con hiperfluororsis y aquellos que no la presentan, se realizó la prueba de Chi cuadrado, obteniendo un valor de 12.2116 con una $p=0.0005$ y un nivel de confianza del 95%, permite afirmar que podría existir asociación entre el bajo puntaje de coeficiente intelectual que ellos obtuvieron y la presencia de hiperfluororsis en los participantes.

Cuadro 5. Cálculo de Odds Ratio en pacientes con hiperfluororsis.

| | Estimación | IC (95.0%) | Límite Superior |
|--|------------|------------|-----------------|
| Proporción de casos expuestos | 0.678571 | - | - |
| Proporción de controles expuestos | 0.214286 | - | - |
| Odds ratio | 7.740741 | 2.327716 | 25.741566 |

Cuadro 5. La fuerza de asociación obtenido por la prueba de Chi cuadrado se ve reafirmada por los resultados derivados del cálculo del Odds Ratio, el cual permite evidenciar que existe una asociación entre la exposición crónica al agua hiperfluorada y la disminución del coeficiente intelectual en los niños, ya que para la población estudiada la posibilidad de

presentar alteraciones en el coeficiente intelectual debido a la exposición crónica al flúor es 7.7 veces mayor que en aquellos que no estaban expuestos. Presenta además un intervalo de confianza de 2.327716 y 25.7141566 y ambos se encuentran en el lado positivo, lo cual implica que de repetirse este estudio el resultado obtenido será similar.

Grafico 6. Prueba T de Student para Resultados de Raven

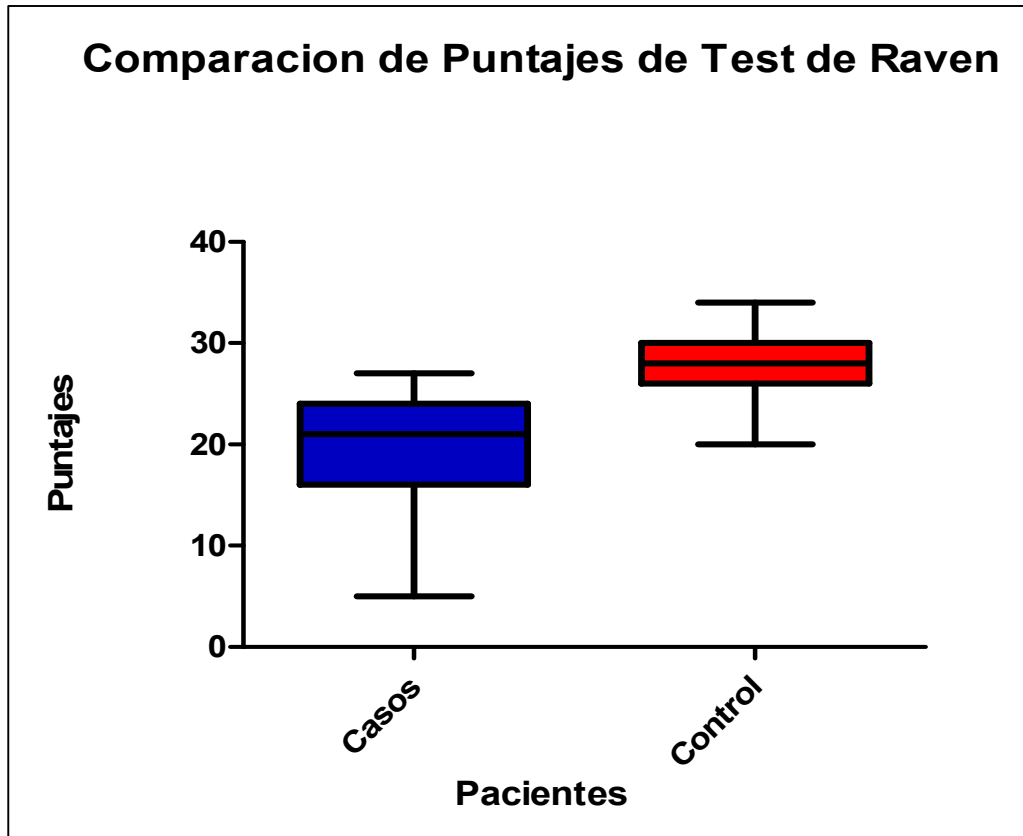


Grafico 6. El grafico de cajas permite evidenciar que al comparar ambas poblaciones se observa una diferencia entre los rangos de resultados del Test de Raven. Así se tiene que los valores para el grupo de casos oscilan entre los 5 y 27 puntos; en cambio el grupo control oscila entre los 16 y 34 puntos, observándose una diferencia sustancial entre el grupo expuesto y no expuesto a la fluorosis.

Cuadro 6. Prueba T de Student para muestras independientes en los puntajes del test de Raven.

| Resultados T niños con hiperfluorosis | |
|--|------------------|
| Valor de P | P<0.0001 |
| Valor de T | t=6.651 |
| Diferencia entre medias | -7.714 ± 1.160 |
| Intervalo de confianza de 95% | -10.04 a - 5.387 |

Cuadro 6. El análisis de la prueba T student para muestras independientes muestra un valor de $t = 6.651$ con un valor de $p = 0.0001$, lo que permite demostrar que el bajo puntaje obtenido en el test de Raven por los niños expuestos a hiperfluorosis presenta una diferencia significativa y de relevancia clínica en relación a los niños que no han estado expuestos, ya que permite observar que la ingesta crónica de flúor en el agua de consumo está afectando su coeficiente intelectual. Presenta además un nivel de confianza del 95% con un valor de -10.04 a - 5.387 el cual presenta un margen estrecho y en la misma dirección lo que implica que de repetirse el estudio los resultados son reproducibles.

Cuadro 7: Índice Colectivo de Fluorosis Dental

| | Valor (V) | Frecuencia (Fr) | Resultado (V*Fr) |
|--|------------------|------------------------|-------------------------|
| Normal | 0 | 9 | 0 |
| Dudoso | 0.5 | 0 | 0 |
| Muy leve | 1 | 11 | 11 |
| Leve | 2 | 11 | 22 |
| Moderada | 3 | 6 | 18 |
| Severa | 4 | 0 | 0 |
| | | Total | 51 |
| Índice Colectivo de Fluorosis Dental: 1.378 | | | |

Cuadro 7. Para establecer la magnitud de la fluorosis dental en la población de Agua Caliente, se utiliza el Índice Colectivo de Fluorosis Dental el cual utiliza la frecuencia obtenida agrupada según la clasificación de Dean multiplicada por una constante (ponderación estadística). Al sumar el resultado se divide por el total de pacientes evaluados. El valor de dicho índice para la comunidad expuesta es de 1.378 sobrepasando

los 0.6 permitido para normalidad, lo cual indica que dicha patología padecida por la población del municipio de Agua Caliente es un problema de Salud Pública, que debe ser atendido en la manera más pronta posible.

Discusión.

La fluorosis es un problema mundial, el cual se desarrolla como consecuencia de una exposición crónica a elevadas concentraciones de flúor. La forma más comúnmente estudiada es la fluorosis dental, sin embargo, se conoce que causa toxicidad en diferentes órganos.

En los últimos 20 años se ha dado mucha importancia al estudio sobre la influencia del anión sobre el coeficiente intelectual de los niños, mayormente han sido conducidos en regiones de China, ya que poseen niveles que varían desde los 0.24mg/L hasta niveles superiores de 4.16 mg/L.

El Salvador no es la excepción a este problema ya que existen municipios afectados como es el caso de Agua Caliente en el departamento de Chalatenango donde se ha encontrado niveles de flúor elevados ($> 1.13\text{ppm}$) en el agua de consumo. Para la evaluación de los niveles de flúor en el agua se tomó muestra de dos pozos ubicados en las cercanías del Río Agua Caliente en el Municipio de Agua Caliente y de dos hogares en San Ignacio, ambas fuentes son las utilizadas para el consumo humano.

Las muestras debidamente rotuladas para diferenciarlas, fueron llevadas al laboratorio ESPINSA el mismo día de la toma para evaluar los niveles de flúor en cada una de las muestras. En dicha institución, se llenó una ficha de identificación para cada muestra, posteriormente fueron procesadas con el método colorimétrico de sodium 2-parasulphophenylazo-1,8-dihydroxy-3,6-naphthalene disulphonate (SPADNS) para determinación de fluoruro.

Las evaluaciones de los participantes se realizaron en dos momentos. La primera realizada el Cantón San Antonio del Municipio de Agua Caliente y la segunda realizada en el Cantón El Pinar ubicado en el Municipio de San Ignacio.

En Agua Caliente se tomó una muestra de 39 niños de los cuales 11 fueron excluidos, 2 por no terminar la evaluación y los 9 restantes por no cumplir criterios de inclusión. En ambas oportunidades se midieron los niveles de fluorosis dental y luego se realizó el Test de Raven a todos los participantes de manera individual.

La información recolectada se descargó en una Matriz de hoja de cálculo de Excel para realizar el pareamiento 1:1 según las variables establecidas.

1. Datos demográficos.

La muestra de nuestro estudio equivale a 56 participantes, siendo 26 sexo femenino y 30 sexo masculino, los niveles de escolaridad variaron entre parvularia y 4 grado.

Para la evaluación del estado nutricional de los participantes se utilizaron las tablas estandarizadas del plan de continuación de la niñez del Ministerio de Salud, con lo cual se determino que los pacientes tienen un adecuado estado nutricional, por lo que se descarta la desnutrición como un factor contributorio para disminución del coeficiente intelectual. (42)(43)

Los resultados obtenidos muestran que los niños expuestos a hiperfluorosis están presentando consecuencias del consumo crónico de dicho elemento, el cual puede tener repercusión en las piezas dentales, en la formación de tejido óseo y en el sistema nervioso central, ya que en las primeras 18 semanas posterior al nacimiento las células cerebrales se están dividiendo rápidamente; si hay un exceso de flúor presente puede alterar el metabolismo activo de enzimas inhibiendo la producción de proteínas formadoras de células y ácidos nucleídos afectando la estructura y ultraestructura de las membranas celulares, lo que puede explicar las alteraciones en el desarrollo intelectual de los pacientes afectados, como se menciona en el estudio de Fugui Hong en el año 2001. Research in the effects of fluoride on child intelectual development

2. Características de fluorosis dental.

Debido a que el daño en el esmalte de los órganos dentales temporales se inicia en la etapa intrauterina(6)(44) en los niños que resultaron con fluorosis dental existe una mayor

tendencia a presentar lesiones Muy leves - Leves (Grado II y III de Dean), lo que concuerda con los hallazgos en el presente estudio. Es de notar que además hay presencia de lesiones Moderadas (Grado IV) en los niños 9 años de nuestro estudio las cuales por lo general tienden a aparecer en poblaciones expuestas alrededor de la adolescencia.(44) Esto permite mostrar el grado de afectación presente en la población estudiada.

3. Relación de la hiperfluorosis con el coeficiente intelectual

El coeficiente intelectual (CI) es una de las variables que permite evaluar la capacidad intelectual de una persona pero no es la única. Es de hacer notar que variables como la iniciativa el liderazgo, la capacidad de comunicación eficaz son importantes componentes de la inteligencia. Los test de inteligencia en general tienen una validez predictiva de más o menos 0.7 dentro del ámbito académico, pero su validez predictiva del desempeño laboral es en general del 0.3 aproximado.

Es conocido que el CI no es el único determinante de la inteligencia sin embargo sus demás componentes solo pueden ser evaluados de manera cualitativa, razón por la cual se utiliza en este tipo de estudio.

En estudios similares al actual, como el realizado por Yunpeng Ding et al. en el 2011, Q Xian et al. en el año 2003 y Yun Li et al. en el año 2008, entre otros, se ha tomado como variable de importancia para evaluar, las consecuencias causadas por el flúor en la inteligencia de niños.

En el estudio del grupo de pacientes expuestos al flúor, el 67.86% fueron clasificados como inteligencia deficiente, contra el 48.64% obtenido en el grupo control. Se obtuvo un 32.14% en el grupo expuesto, clasificado como inteligencia superior y un 51.35% en el grupo control.

Los resultados obtenidos muestran que los pacientes que han sufrido exposición al flúor presentan resultados deficientes en el Test de Raven, en contraposición a los que no han sido expuestos, lo cual concuerda con los hallazgos obtenidos en el metanálisis de flúor e inteligencia infantil en el año 2008 donde se reporta que los niños expuestos a flúor tienen

un significativo incremento en el riesgo de desarrollar bajo CI. Además, Yunpeng Ding en su estudio de 2011 sugiere que la exposición a niveles bajos de flúor (0.24-1.14 mg/L) en el agua de consumo tienen un efecto negativo sobre la inteligencia de los niños.(8)(9)(31)

Tanto para casos y controles se observa en el puntaje obtenido una disminución inversamente proporcional a la edad en la que se realizó el test, ya que los mejores resultados de dicha prueba fueron obtenidos en niños de 5-6 años lo cual concuerda con los hallazgos reportados por Xiang et al en su estudio. Sin embargo la razón por la que existe la tendencia de la disminución del CI no ha sido establecida claramente.(8)

Al evaluar los resultados del nivel de inteligencia obtenidos por los participantes, se encuentra que en el análisis de Chi cuadrado los resultados de test de Raven de los pacientes que presentaban hiperfluorosis y a aquellos que no las presentaban, muestran una marcada diferencia entre los dos grupos poblacionales, obteniendo una $p = 0.0005$, lo cual indica que tiene relevancia clínica. Dicho resultado refleja que el flúor está causando daño en la población expuesta, lo que es comparable a estudios como los realizados por Qin-Qing Tang et al. (2010), Q Xian et al. (2008), Yunpeng Ding et al. (2009), estableciendo una relación entre la exposición crónica a altas niveles del anión y la disminución del coeficiente intelectual.

El cálculo del Odds Ratio presenta un resultado de 7.7 en el cual corroboramos el riesgo que presenta esta población de sufrir alteraciones en su coeficiente intelectual de seguir expuesto al flúor, lo que repercute en el desarrollo neurológico y el aprendizaje infantil como lo describe Qin-Qing Tang en su metanálisis, donde reporta que los niños que viven en áreas con hiperfluorosis tienen 5 veces más probabilidad de desarrollar bajo CI comparados con aquellos que viven en áreas sin hiperfluorosis.

Este dato se corrobora también a través de los resultados en la prueba T en la se obtiene un resultado de 6.651 con una $p = 0.0001$, lo cual hace ver que esto es de relevancia clínica para nuestra salud.

En base a los resultados obtenidos en la comunidad del Cantón San Antonio, donde se observó una alta frecuencia de fluorosis dental, se empleó el índice de fluorosis dental el cual determina el impacto de la patología en cuestión sobre la salud de la población. El valor obtenido para la población de Cantón San Antonio es de 1.378 el cual al ser superior de 0.6 implica un problema de salud pública.

Para poder proveer a nuestra población infantil de un adecuado estado de salud, la cual es definida por la OMS como un completo bienestar físico, mental y social, es necesario tomar en cuenta todos los factores ambientales, sociales, nutricionales y educacionales que pueden intervenir en ella.

De continuar con la situación antes descrita, esta población se verá en serias dificultades en el desarrollo de capacidades cognitivas y de aprendizaje necesarias para su desarrollo académico. Si El Salvador pretende salir de los niveles de subdesarrollo en el que actualmente se encuentra, es necesario tomar acciones encaminadas a la prevención y disminución de las complicaciones a corto y largo plazo secundarias a la hiperfluorosis padecida en esta población.

Conclusiones.

A partir de los resultados obtenidos y del análisis estadístico, podemos concluir lo siguiente

- La población del Municipio de Agua Caliente, Cantón San Antonio está expuesta a elevados niveles de flúor en el agua de consumo, lo cual se evidencia con niveles de flúor de 1.13 ppm en épocas de verano el cual durante época de invierno tiende a elevarse.

- La muestra de nuestro estudio estaba constituida por un total de 56 participantes, siendo 26 sexo femenino y 30 sexo masculino. Los niveles de escolaridad oscilaron entre parvularia y 4° grado.

Los participantes en el estudio presentaron un adecuado estado nutricional de acuerdo a las tablas estandarizadas del plan de continuación de la niñez del Ministerio de Salud donde se encontraron entre los percentiles -1 +1, clasificándolos como normales.

- El índice Colectivo de Fluorosis Dental es el más utilizado a nivel epidemiológico. Los valores obtenidos para el Cantón de Agua Zarca Municipio de Agua Caliente es de 1.378 superando 0.6 permitido clasificándolo como un problema de Salud Pública, ya que se encuentra afectando a una población vulnerable como son los niños en edad escolar del Centro Educativo
- Las lesiones muy leves y leves fueron predominantes desde los 5 años hasta los 7 años, y se encontraron lesiones moderadas en el grupo de 8-9 años de edad. Este dato es relevante porque implica que este grupo de niños ha estado expuesto a altas cantidades de flúor, muy probablemente desde el periodo embrionario.
- La prueba de Chi cuadrado obtuvo con un valor de *12.2116* con una $p = 0.0005$. Por lo tanto hay una diferencia significativa en los resultados obtenidos en el test de Raven con una tendencia a puntuar más bajo en el CI de los niños expuestos a hiperfluorosis en comparación con los no expuestos.

- El Odds Ratio aplicado al estudio indica que existe un riesgo 7.7 veces mayor en la población expuesta a hiperfluorosis de presentar una disminución en el coeficiente intelectual que aquellos que no lo están.
- La prueba T corrobora la diferencia que existe entre el CI de los niños expuestos con respecto a los niños no expuestos con un $p = 0.0001$. Por lo tanto implica que tiene relevancia clínica del problema analizado.
- Pareciera que la hiperfluorosis tiene relación con la disminución del coeficiente intelectual de la población estudiada, sin embargo, se tuviera que hacer un estudio de mayor envergadura para establecer dicha relación.

Recomendaciones.

- Los criterios de Dean son los más utilizados medir fluorosis dental. Sin embargo, no determinan con exactitud las concentraciones de flúor sistémico por lo que se recomienda la medición de este elemento en orina en la población expuesta a hiperfluorosis, ya que proporciona un valor más exacto y al momento en el país no se lleva a cabo dicha prueba.
- Capacitar al personal de salud en los diferentes niveles de atención sobre signos y síntomas de fluorosis sistémica, las principales complicaciones agudas y crónicas, como detectarlas con el fin de brindar una atención integral a los pacientes que son atendidos en el sistema de salud, sobre todo en los controles prenatales y de niño sano.
- Capacitar y concientizar a la población de los Municipios afectados de los problemas que ocasiona la hiperfluorosis en el agua de consumo y sus efectos a la salud. Dentro de las medidas que se pueden aplicar para la prevención de la fluorosis al momento entre las técnicas que mejores resultados ha demostrado se cuentan con la implementación de filtros de Alumina Activada.
- Concientizar a los docentes de las escuelas de la zona de las alteraciones que ocasiona el consumo crónico de niveles elevados de flúor en niños en edad escolar tales como la hiperactividad, problemas de aprendizaje y alteraciones en el coeficiente intelectual, para lo cual se sugieren hacer adaptaciones curriculares que permitan un mejor aprendizaje.
- Se recomienda dar seguimiento a los niños afectados por la hiperfluorosis con la finalidad de apoyar su proceso de aprendizaje y evitar deserciones por esta causa.

- Se sugiere que Universidades con carreras como ingeniería química y química y farmacia colaboren para el diseño y elaboración de filtros caseros de bajo costo al alcance de estas comunidades.

Referencias.

1. Qin-qing Tang, Jun Du, Heng-Hui Ma. Fluoride and Children's Intelligence: A Meta-analysis. *Biological Trace Element Research*. 2008;126:115-120.
2. I. Bera*, R. Sabatini**, P. Auteri °, P. Flace ^, G. Sisto, M. Montagnani, M.A. Potenza, F.L. Marasciulo, M.R. Carratù, A. Coluccia, P. Borracci, A. Tarullo, R. Cagiano. Neurofunctional effects of developmental sodium fluoride exposure in rats. *EUR REV MED PHARMACOL SCI*. 2007;11(4):211-224.
3. The Story of Fluoridation [Internet]. [citado 2010 Nov 14];Available from: <http://www.nidcr.nih.gov/oralhealth/topics/fluoride/thestoryoffluoridation.htm>
4. Achievements in Public Health, 1900-1999: Fluoridation of Drinking Water to Prevent Dental Caries [Internet]. [citado 2010 Nov 14];Available from: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm4841a1.htm>
5. Isabel Martinez Lizán. Odontología Preventiva [Internet]. JUSTIFICACION ACTUAL DE LA FLUORACION DEL AGUA. PRESENTE Y FUTURO EN ESPAÑA. [citado 2011 Feb 2];Available from: <http://www.odontologiapreventiva.com/fluor/agua.htm>
6. Mullenix PJ, Denbesten PK, Schunior A, Kernan WJ. Neurotoxicity of sodium fluoride in rats. *Neurotoxicology and Teratology*. March;17(2):169-177.
7. RODOLFO C. PUCHE, ALFREDO RIGALLI. FLUOROSIS ESQUELÉTICA. *Actualizaciones en Osteología*. 2007;3 No.1:50.52.
8. Q Xiang,a Y Liang,a L Chen,b C Wang,b B Chen,a X Chen,b M Zhouc. EFFECT OF FLUORIDE IN DRINKING WATER ON CHILDREN'S INTELLIGENCE. *Fluoride*. 2003;36 No. 2:84-94.

9. Y Lu,^a ZR Sun,^a LN Wu,^a X Wang,^a W Lu,^a SS Liub. EFFECT OF HIGH-FLUORIDE WATER ON INTELLIGENCE IN CHILDREN. *Fluoride*. 2000;33 No. 2:74-78.
10. Alma Ruiz-Payan, Melchor Ortiz, Maria Duarte-Gardea. Determination of fluoride in drinking water and urine of adolescents living in three counties in Northern Chihuahua Mexico using a fluoride ion selective electrode. *MICROCHEMICAL JOURNAL*. 2005;81:19-22.
11. Alfredo Rigalli, Rodolfo C. Puche. Determinación de la concentración de Flúor en Muestras Biológicas. *Actualizaciones en Osteología*. 2007;1:27-34.
12. Censo de Población y Vivienda 2007 - El Salvador [Internet]. [citado 2010 Nov 14];Available from: <http://www.censos.gob.sv/sitepoblacion/HistoriaCensoPoblacion.html>
13. Ministerio de Salud, CONACYT, COSUDE. NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE. 1999;
14. El Salvador. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Estudio epidemiológico de caries y fluorosis dental en escolares de 6, 7-8, 12 y 15 años en centros de enseñanza pública de El Salvador. [Internet]. 2000;Available from: http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/OH_ELS_EpidemCariesFluorEscol2000.pdf
15. OPS. CONDICIONES DE SALUD Y SUS TENDENCIAS. SALUD EN LAS AMÉRICAS. 2007;I-Regional:144-146.
16. Fluor (F) Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente [Internet]. [citado 2010 Nov 14];Available from: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/f.htm>
17. Algunos aspectos de la Química del Flúor. Available from:

<http://www.iesgaherrera.com/fiqui/fluor.pdf>

18. Dr.Md. GUILLERMO PAZMIÑO ALMEIDA. EL FLÚOR Y SU APLICACIÓN EN LA MEDICINA [Internet]. El Flúor y su aplicación en la medicina. [citado 2010 Nov 14];Available from: <http://www.terapianeuralecuador.com.ec/informes-para-odontos-documentos-185/34-odontologia-neurofocal/105-el-flr-y-su-aplicaci-en-la-medicina.html>

19. Heilman JR, Kiritsy MC, Levy SM, Wefel JS. Assessing fluoride levels of carbonated soft drinks. *Journal of the American Dental Association*. 130 No11:1593-1599.

20. The Fluoride Glut: Sources of Fluoride Exposure [Internet]. [citado 2010 Nov 14];Available from: <http://www.fluoridealert.org/f-sources.htm>

21. Eduardo Padrós Serrat. EFECTO PREVENTIVO DEL FLÚOR EN ODONTOLOGÍA: VENTAJAS DE QUE BEBAN AGUA VICHY CATALÁN LOS PACIENTES QUE SE CEPILLAN POCO. Available from: http://vichy.icmnetsystems.com/vichy/modules/idealportal/upload/VC1_33.pdf

22. Roger Benito Olivares, Joaquin Nogueras Bayona. FLUOR. BENEFICIOS SOBRE LA SALUD HUMANA [Internet]. Available from: http://vichy.icmnetsystems.com/vichy/modules/idealportal/upload/VC1_8.pdf

23. G.M Whitford. INTAKE AND METABOLISM OF FLUORIDE. *Advances in Dental Research*. 1994 Jun;8 No. 1:5-14.

24. RODOLFO C. PUCHE, ALFREDO RIGALLI. METABOLISMO DEL FLÚOR. *Actualizaciones en Osteología*. 2007;3 No.1:10-12.

25. Dra.García Valoria. A. Metabolismo del Flúor [Internet]. 2001 Jul 31;Available from: <http://adr.sagepub.com/content/8/1/5.full.pdf+html>

26. W. F. Neuman, N. W. Neuman, Edna R. Main. THE SURFACE CHEMISTRY OF BONE — JBC. The Journal of Biological Chemistry [Internet]. 1950 [citado 2011 Feb 2];Available from: <http://www.jbc.org/content/187/2/655.full.pdf+html>
27. Nanping Wu et al. BEHAVIORAL TERATOLOGY IN RATS EXPOSED TO FLUORIDE. Chinese Journal of Endemiology. 1995;12(5):271-273.
28. Dr. Patricio Ortiz Ruiz. EFECTOS DELETEREOS DE LA ADMINISTRACION ORAL DE FLUOR [Internet]. [citado 2010 Nov 14];Available from: <http://www2.udec.cl/~ofem/remedica/VOL2/fluor/fluor.htm>
29. Dra Esther Vaillard Jiménez Dr Rosendo Carrasco Gutiérrez Et al. Fluorosis Dental: Un Problema de Intoxicación Crónica con fluoruros. [Internet]. Available from: <http://estsocial.sld.cu/docs/Publicaciones/Fluorosis%20dental.pdf>
30. RODOLFO C. PUCHE, ALFREDO RIGALLI. ENFERMEDAD RENAL: IMPORTANTE FACTOR DERIESGO DE ACUMULACIÓN DE FLÚOR. Actualizaciones en Osteología. 2007;3(1):49.
31. Yunpeng Ding, et al. «The relationships between low levels of urine fluoride on children's intelligence, dental fluorosis in endemic fluorosis areas in Hulunbuir, Inner Mongolia, China». Journal of Hazardous Materials. 2011;186:1942-1946.
32. Lilia Rossi, Rosa Neer, Susana Loetegui. TEST DE MATRICES PROGRESIVAS DE RAVEN: CONSTRUCCIÓN DE BAREMOS Y CONSTATACIÓN DEL "EFECTO FLYNN". Orientación y Sociedad [Internet]. 2001 2002;3. Available from: <http://www.scielo.org.ar/pdf/orisoc/v3/v3a11.pdf>
33. Ali Mahdi, Abdulqawi S. Hussain A. Et All. A Normative Study of the Raven coloured Progressive Matrices Test for Omani Children Aged 5-11 Years. Jurnal Pendidikan Malaysia. 2009;34(1):37-51.

34. Dental Fluorosis Classification Criteria [Internet]. [citado 2011 Mar 4]; Available from: <http://www.fluoridealert.org/health/teeth/fluorosis/criteria.html>
35. Dra. Esther Vaillard et al. Fluorosis dental: Un Problema de Intoxicación Crónica con fluoruros. [Internet]. Available from: <http://estsocial.sld.cu/docs/Publicaciones/Fluorosis%20dental.pdf>
36. Disitribución t de Student [Internet]. Available from: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r51637.PDF>
37. Student's t-Distribution -- from Wolfram MathWorld [Internet]. [citado 2011 Mar 3]; Available from: <http://mathworld.wolfram.com/Studentst-Distribution.html>
38. A. Schiaffino et al. ¿Odds ratio o razón de proporciones? Gaceta Sanitaria. 2003;17:70-73.
39. A. Westergren et al. Odds ratio. Journal of Clinical Nursing. 2001;10:268.
40. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Odds ratio [Internet]. [citado 2011 Mar 2]; Available from: http://www.hrc.es/bioest/Medidas_frecuencia_63.html
41. Sonia Pértega Díaza, Salvador Pita Fernández. Asociación de variables cualitativas: el test exacto de Fisher y el test de McNemar [Internet]. fisterra.com Atención primaria. [citado 2011 May 27]; Available from: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/fisher/fisher.asp>
42. Leiva B. Nelica Inzunza et al. Algunas consideraciones sobre el impacto de la desnutricion en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar. Archivos Latinoamericanos de Nutrición [Internet]. 2001 [citado 2011 May 29];51(1). Available from: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222001000100009&script=sci_arttext

43. UNICEF, CEPAL. Desnutrición infantil en América Latina y el Caribe [Internet]. 2006 Abr; Available from: http://www.eclac.org/dds/noticias/desafios/8/23948/Desafios_Nro2_esp.pdf

44. Esther Vaillard, et al. Fluorosis dental: no solo un problema estético [Internet]. [citado 2011 May 18]; Available from: http://bvs.sld.cu/revistas/est/vol144_4_07/est14407.htm

Anexos.

1. Instrumento de evaluación.

Nombre: _____ Código: _____

Sexo: F M

Edad (años): _____

Escolaridad: Ninguna Kínder Preparatoria 1° 2° 3° 4°

Talla: _____

Peso: _____

Lugar de Residencia: Zona Rural Zona Urbana

Tiempo de residencia en el lugar: _____

Fuente agua: _____

Antecedentes médicos:

Traumas craneales: _____

Epilepsia: _____

Convulsiones: _____

Otros (prenatales y neonatales):

Características odontológicas:

Caries dental: Si No Fluorosis dental: Si No

CLASIFICACIÓN DE DEAN.

G0: G1: GII: GIII: GIV: GV:

2. HOJA INFORMATIVA.

Efecto del consumo crónico de agua hiperfluorada sobre el coeficiente intelectual en niños de 5 a 9 años de edad.

El flúor es un elemento que puede ser fácilmente encontrado en la naturaleza, utilizado en la industria dental principalmente, ya que tiene un papel importante en el desarrollo y fortalecimiento dental. Es por esta razón que desde el año 1931 se fluorizan las aguas públicas para poder administrar a la población, de una manera controlada, este mineral con el propósito de obtener sus múltiples beneficios.

Sin embargo al no ser controlado el nivel de flúor en las aguas su ingesta puede llegar a provocar la hiperfluorosis, pero la ingesta de agua no es la única forma para provocarla también contribuye la ingesta de algunos alimentos y la utilización de pastas dentales en niños menores de 6 años entre otros. Esta condición puede afectar múltiples órganos entre los que se incluyen estomago, pulmones, riñones, dientes, y cerebro.

El daño a nivel cerebral ha sido reportado en diversos estudios internacionales en animales experimentales, sin embargo en el ser humano se ha reportado una disminución del coeficiente intelectual de los niños lo que dificulta el proceso de aprendizaje.

El presente estudio pretende relacionar los niveles de flúor encontrados en el agua ingerida en su comunidad con alguna alteración del coeficiente intelectual de los niños
La evaluación de las personas a estudiar se realizara en dos jornadas. La primera será realizada en el Cantón San Antonio y la segunda en el Cantón El Pinar, ambos ubicados en el departamento de Chalatenango.

Durante estas jornadas se tomaran muestras de orina, para las cuales se proporcionaran frascos colectores a los encargados del menor, con las recomendaciones respectivas para la adecuada toma de muestra.

Posteriormente se realizara el Test de Matrices Progresivas de Raven (escala coloreada) el cual muestra a la persona una serie de dibujos con una pieza faltante; el individuo deberá entonces elegir entre una serie de opciones que se muestran al final de la lámina; dicho test será conducido por los realizadores del proyecto. Los resultados obtenidos serán exclusivamente utilizados para fines de este estudio.

3. Consentimiento informado

La presente investigación es conducida por alumnas egresadas de la carrera de Medicina Iliana Guadalupe Pérez Galdámez y Laura Beatriz Vaquerano Espinoza de la Universidad Dr. José Matías Delgado. El nombre de la investigación es **Efecto del consumo crónico de agua hiperfluorada sobre el coeficiente intelectual en niños de 5-9 años de edad**, cuyo objetivo general es determinar la relación existente entre el consumo crónico de agua hiperfluorada con el coeficiente intelectual en niños de 5 a 10 años de edad, el cual tiene por objetivos: 1. Determinar la composición mineraloide de agua consumida por la comunidad de agua caliente. 2. Identificar signos de hiperfluorosis en la población infantil en niños entre 5 y 9 años de edad de las comunidades. 3. Correlacionar los niveles de flúor en los niños con edades entre 5 y 9 años y las mediciones del coeficiente intelectual de los niños participantes del estudio.

Si usted accede a que su hijo(a) participe en este estudio, se le pedirá responder ciertas preguntas de carácter general en una entrevista, posteriormente se tomaran muestras de orina, para poder verificar los niveles de flúor a través de ellas y se realizara una evaluación del coeficiente intelectual del niño o niña, mediante un test interactivo el cual usted podrá presenciar, si así lo desea. Dichos exámenes no tendrán ningún costo económico.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Los resultados del paciente serán codificados usando un número de identificación y por lo tanto serán anónimas.

Si existe alguna duda sobre este proyecto, puede hacer las preguntas que desee en cualquier momento durante la realización del estudio. Así mismo puede retirarse de la investigación en el instante que usted considere necesario.

De antemano le agradecemos su participación en este proyecto de investigación que tiene como propósito final mejorar las condiciones de vida de su comunidad

Acepto participar voluntariamente en este proyecto, conducida por el grupo de investigadores. He sido informado (a) de que el objetivo de este estudio es Determinar la relación existente entre el consumo crónico de agua hiperfluorada con el coeficiente intelectual en niños de 5 a 10 años de edad.

Se me ha explicado que tendré que responder preguntas en una entrevista, al igual que deberé de dar una muestra de orina de mi hijo(a) a los investigadores y que posteriormente les permitiré que se realice una evaluación de coeficiente intelectual a mi hijo (a)

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo si así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno a mi persona ni para el participante.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido.

Nombre del Familiar o Encargado







Firma o huella digital del Familiar o Encargado

Nombre del investigador

Firma del investigador

Fecha

4. Clasificación de Dean para fluorosis dental.

| | |
|---|--|
| <p>Grado 0: Normal</p> | <p>Grado I: Dudoso</p> |
|  |  |
| <p>Grado II: Muy leve</p> | <p>Grado III: Leve</p> |
|  |  |
| <p>Grado IV: Moderado</p> | <p>Grado V: Severo</p> |
|  |  |

Tomado de: CDC. Departamento de Salud y Recursos Humanos. Disponible en http://www.cdc.gov/fluoridation/safety/images/fluorosis_4.jpg