



29
156

Universidad Nacional Autónoma
de México

Facultad de Odontología

AGENTES QUIMICOS EN LA
CAVIDAD BUCAL

T E S I S

Que para obtener el título de
CIRUJANO DENTISTA
p r e s e n t a

Rosa Elvia Galicia Zabalza



FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1989



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 está 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.

I.- JUSTIFICACION

En la actualidad la industria en nuestro país, ha crecido de tal manera, que la cantidad de substancias químicas que utilizamos tanto en el trabajo, hogar y agricultura son un peligro bajo determinadas circunstancias para quienes las usan cotidianamente.

En los laboratorios de investigación química se elaboran más de 100,000 substancias cada año, para el mantenimiento y desarrollo de la civilización moderna. La mayor parte de éstas substancias son potencialmente tóxicas si tomamos en cuenta los siguientes factores:

- a) La naturaleza del agente químico.
- b) La concentración en el medio ambiente.
- c) La transformación en el organismo.
- d) Los efectos biológicos causados.

Los efectos dañinos causados por algunos de estos agentes son conocidos desde la antigüedad; y la mayoría producen alteraciones en la cavidad bucal, lo que despierta nuestro interés para así elaborar un mejor diagnóstico para su tratamiento médico o quirúrgico según lo amerite el caso.

II.- OBJETIVO

El objetivo principal de este trabajo es estudiar las manifestaciones y alteraciones tanto bucales principalmente, como corporales causadas por los agentes químicos para el diagnóstico, pronóstico y tratamiento más acertados.

III.- INTRODUCCION

a) La toxicología: Antecedentes Históricos.

La alimentación de los hombres primitivos originalmente se basó en la ingestión de vegetales algunos de los cuales les nutrían y les calmaban su apetito, mientras que otros les producían dolor, enfermedad e incluso la muerte, las sustancias obtenidas de estos se les conció como veneno; usándolas, dada su naturaleza agresiva contra sus enemigos. Para esto, impregnaban las puntas de sus flechas a las que con el tiempo determinó TOXICOS, del griego $\tau\acute{o}\xi\acute{o}\varsigma$ que significa FLECHA; a ellos sólo les interesaba la calidad de las sustancias por los efectos que causaba. A este período se le conoce como La Era Cualitativa de la Toxicología.

Relativo a éste período, entre muchos otros datos, tenemos el Papiro de Ebers (1550 A.C.) en el que se habla del Acónito, el Opio, el Antimonio, el Plomo, y el Cobre.

Tengamos presente que uno de los acontecimientos de esta Era fué la muerte de Sócrates con un veneno muy poderoso llamado Cicuta.

Más tarde el hombre se dió cuenta que en estas sustancias era la cantidad y no la calidad, lo más importante para producir los efectos dañinos que se buscaba causar, por lo que a este período se le llamó la Era Cuantitativa de la Toxicología.

El pensamiento de esta época quedó resumido en la Teoría de Paracelso (1493-1541) quien nos legó la siguiente frase: "DOSIS SOLA FACIT VENENUM" que quiere decir "Todo puede ser veneno dependiendo de la dosis" (cantidad).

Se tomó esta teoría como clave para la investigación de los efectos benéficos de estas substancias químicas en el organismo y fué Samuel Hahneman (1775-1843) quien utilizó dosis minúsculas con fines curativos dando así nacimiento a la Homeopatía.

Por otra parte John Brown (1738-1788) decía que las enfermedades se producían por falta de estimulación y para aumentarla administraba grandes dosis de medicamentos. Así mató a más gente que la Revolución Francesa y las Guerras Napoleónicas juntas.

La toxicología como ciencia separada de otras disciplinas se inicia con los estudios y trabajos del Padre de la Toxicología Mateo José Buenaventura Orfila (1787-1853) español nacido en la isla de Minorca, químico, matemático y médico se interesó principalmente en los efectos dañinos de las substancias químicas usadas como venenos o con fines terapéuticos.

Experimentó con animales métodos cuantitativos; estableció la relación que existe entre los síntomas clínicos y el agente tóxico presente en el organismo; y desechando los procedimientos empíricos usados hasta su época estableció los principios para el tratamiento de las intoxicaciones sobre bases racionales y científicas.

Fue autor de 3 grandes obras a las que debe reconocimiento universal.

1.- "Traité des poisons tirés des Regnes Minéral, Végétal et Animal ou Toxicologie Générale considérée sous les Rapport de la Patologie et de la Médecine Légale" editado entre (1814 y 1815) que es el primer Tratado de Toxicología considerándola como una disciplina separada.

2.- "Eléments de Chimie Médicale" editado en 1817 es el primer tratado sobre los análisis químicos en toxicología.

3.- "Leçons de Médecine Légal" editado en 1821 y 1823 y es el primer Tratado de Toxicología Forense.

Por sus aportaciones en el campo Toxicológico Experimental se destaca el eminente Fisiólogo francés Claudé Bernard (1813-1878) quien en su tratado "Leçons sur les Effets des Substance Toxiques et Médicamenteuses", editado en 1857, introduce el Método Científico aplicado a la Patología Experimental en esta ciencia.

En el momento actual no podemos negar que el uso racional y adecuado de las sustancias químicas es un factor determinante en el desarrollo de la humanidad y que su futuro está relacionado con nuevas y más complejas sustancias, por lo que la Toxicología continuará en un primer plano, para conocer los efectos potencialmente dañinos que éstas pudieran originar y dar las bases para su prevención efectiva.

b) Definiciones y conceptos útiles.

Toxicología: veneno y tratado, parte de la medicina que se dedica al estudio que trata de los venenos que se pueden hallar normal o accidentalmente en el organismo.

Para su estudio la Toxicología se apoya en las siguientes ciencias: Patología, Química, Biología, Fisiología, Salud Pública, Inmunología y Farmacología.

Con fines prácticos, la Toxicología se ha dividido en 3 grandes áreas para su estudio:

1.- Toxicología Ambiental.- Es el área de la Toxicología que entra en acción cuando los agentes químicos potencialmente tóxico se encuentran en el medio ambiente general o de trabajo y el hombre se pone en contacto con ellos, en forma accidental.

2.- Toxicología Económica.- es el estudio de los agentes químicos potencialmente tóxicos que el hombre produce y se pone en contacto con ellos de manera voluntaria o accidental. Ejemplo: los medicamentos, insecticidas, plaguicidas.

3.- Toxicología Forense.- Estudia las repercusiones médico-legales a que pueden dar origen a las distintas intoxicaciones.

TOXICO: Es toda sustancia química que, introducida en el organismo por cualquier vía, dependiendo más de su cantidad (dosis) que de su calidad, es capaz de producir alteraciones en los sistemas biológicos de los organismos vivos, que se traduce en enfermedad o muerte. Con esta definición dejamos clara la naturaleza química del agente, el concepto cuantitativo y lo que es más importante, el hecho de que la producción de alteraciones o enfermedad, depende de que actúe sobre alguno de los sistemas biológicos, habitualmente las enzimas de diversas vías metabólicas.

AGENTES IRRITANTES: Son sustancias ácidas o alcalinas, que actúan localmente sobre los tejidos, desnaturalizando sus proteínas celulares, por eso algunos autores los han llamado "Venenos Protoplasmáticos", por su naturaleza local, los efectos que estos agentes originan no pueden ser considerados propiamente como tóxicos de acuerdo con nuestra definición arriba establecida, sin embargo, en este trabajo se mencionan por las alteraciones bucales a que pueden dar lugar.

EXPOSICION: Nos referimos a la presencia de agentes químicos en el medio ambiente, que al estar en contacto con el organismo humano se introducen en él; la exposición puede ser natural cuando éstas sustancias se encuentran en el aire, agua u otros elementos, como en el caso de regiones geográficas que contienen grandes cantidades de arsénico y flúor en el agua lo que provoca intoxicaciones endémicas a los habitantes.

Otra forma es por contaminación como resultado de procesos creados por el hombre, en la industria, hogar, agricultura.

INCREMENTO: Es el resultado de la exposición a ambientes contaminados por sustancias químicas, las concentraciones de éstas sustancias en el organismo en estos casos son mayores que en personas expuestas en forma natural. A este fenómeno en un tiempo se le llamó "Absorción Aumentada", pero en sentido real no existe tal, porque la absorción siempre será la misma, por esto nos referimos a este aumento como un incremento secundario a la contaminación, que se toma como punto de partida de las intoxicaciones, pero que por sí solo, no es un sinónimo de las mismas, pues antes de que se tome como intoxicación se debe considerar como un Síndrome General de Adaptación.

TOXICIDAD ESPECIFICA: Albert (1968) inglés; usa este término con utilidad práctica para la Historia Natural de las diversas intoxicaciones y dice: "Los tóxicos actúan casi siempre sobre los mismos sistemas biológicos, o bien porque éstos actúan de manera similar sobre los agentes tóxicos, siendo el resultado de una intoxicación con características propias a cada agente."

Con fines prácticos consideramos que cualquier intoxicación para considerarla como tal además del antecedente de exposición y de incremento del agente químico debe manifestar

alteraciones clínicas del daño causadas a los sistemas biológicos del organismo. A este fenómeno se le llama BIOTRANSFORMACION y se divide en:

Fase I.- Oxidación, reducción e hidrólisis; durante esta fase un compuesto químico puede actuar sobre sistemas biológicos, o éstos sobre él, transformándolo en un compuesto inerte o en un producto más tóxico.

Fase II.- Conjugación; por definición los productos transformados, siempre serán menos tóxicos.

(Un producto transformado en fase I a su vez puede ser transformado en fase II, no sucediendo lo contrario).

Los seres vivos en forma constante se encuentran en contacto con un gran número de agentes químicos potencialmente tóxicos, pero debido a los procesos arriba señalados, se están transformando continuamente en productos no dañinos, lo que puede suceder bajo determinadas circunstancias, generalmente cuando el incremento del tóxico es muy acentuado. La fase I y II tendientes a transformar substancias en productos inertes se lleva a cabo en diversos órganos, siendo el más importante el hígado a través de su fracción microsomal.

T.L.V. (Theshold Limit Values): Es la concentración permitida de determinados agentes químicos, en el medio ambiente del trabajo, a la que pueden estar expuestos el promedio de los trabajadores, durante una jornada de 8 horas diarias y por el tiempo que dure en el mismo sin que dicho agente le cause daño.

Lo anterior es una medida esencialmente preventiva, para que los trabajadores no se dañen por compuestos químicos en su

medio laboral; pero su inconveniente es que no se puede aplicar en grupos particulares de la población trabajadora que está sujeta a deficiencias en algún sistema biológico, que la hacen sensibles a tales agentes, aún cuando su concentración en el ambiente sea inferior al T.L.V. permitido, éstos valores se han obtenido en diversos países; en nuestro país no existen estudios sobre el tema por lo que se adoptan los valores obtenidos en Estados Unidos.

IV.- MATERIAL Y METODOS

Con la ayuda de bibliografías especializadas obtuvimos los datos teóricos y básicos para elaborar este trabajo.

En nuestro país es muy frecuente la intoxicación por compuestos inorgánicos de plomo, se estudiaron los expedientes de 60 trabajadores que acudieron al Servicio de Toxicología del Departamento de Estudios Técnicos de la Jefatura de Medicina del Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social en el Centro Médico Nacional por sospecha de intoxicación por los mismos.

Finalmente se analizaron los datos obtenidos para establecer conclusiones acordes con el objetivo que nos propusimos.

V.- CLASIFICACION Y EFECTOS DE LOS AGENTES QUIMICOS QUE ORIGINAN INTOXICACIONES O ALTERACIONES CON MANIFESTACIONES BUCALES.

1.- Metales.

- 1.1 Plomo.
- 1.2 Mercurio
- 1.3 Bismuto

1.4 Cadmio.

1.5 Cobre.

1.6 Plata.

1.7 Oro.

1.8 Estaño.

1.9 Antimonio.

1.10 Vanadio

1.11 Cromo.

1.12 Níquel.

1.13 Talio.

2.- Metaloides.

2.1 Selenio.

2.2 Arsénico.

2.3 Telurio.

3.- No Metales.

3.1 Halógenos

3.2 Fósforo.

3.3 Vapores Irritantes.

METALES Y METALOIDES.

Generalidades:

Los metales y metaloides y sus compuestos, representan un grupo importante de agentes químicos, por la frecuencia con que pueden originar intoxicaciones, debido a su amplia distribución y utilización, no solo en la industria, ya que su uso se ha extendido a la agricultura, medicamentos, productos domésticos, etc., por lo que los seres vivos, y en particular el hombre, constantemente están expuestos a ellos. Al estar presentes en el medio ambiente en forma normal, los organismos vivos, en un mecanismo dinámico, los absorben, distribuyen, biotransforman+, almacenan y eliminan. Su incremento con motivo a la exposición a ambientes contaminados o porque los mecanismos de eliminación se encuentren alterados, da lugar a un fenómeno de acumulación, que va a romper este equilibrio, y así, bajo determinadas condiciones, actúan sobre diversos sistemas biológicos, particularmente en el sitio activo de las enzimas, rico en grupos sulfhidrilo (-SH), a los que se unen, inhibiendo su acción; los resultados son respuestas farmacológicas y fisiológicas inadecuadas, que se traducen en síntomas y signos característicos en las intoxicaciones por cada metal.

Durante la fase de "incremento" o de intoxicación propiamente dicha, el organismo, en un intento de mantener su homeostasis, trata de eliminar al agente nocivo por las vías más comunes como son la orina y excremento, además utiliza otras ví

+ El término "Biotransformación" cuando se aplica a los metales, se refiere a los cambios en el estado de oxidación del metal y a la formación y ruptura de uniones covalentes órgano-metálicas.

as, normalmente insignificantes, como las glándulas salivales, sudoríparas, mamarias, etc. En la primera de éstas, da lugar a que el metal o metaloide se concentre en la cavidad bucal, en donde pueden ejercer sus efectos dañinos por sí mismas, o bien, en presencia de la placa bacteriana de la boca, transformarse en compuestos que se precipitan en sus diferentes estructuras anatómicas.

Las alteraciones bucales que se originan por estos agentes, no siempre nos indican intoxicación; representan incremento y liberación aumentada, pero en presencia del resto de las manifestaciones clínicas, constituyen un signo con mucha frecuencia orientador hacia el diagnóstico de una intoxicación verdadera.

Es en la intoxicación por metales y metaloides, donde mejor se puede aplicar el concepto de Albert, sobre toxicidad selectiva (2), ya que actúan específicamente sobre determinados sistemas enzimáticos, y las alteraciones resultantes se van a expresar clínicamente por síntomas y signos característicos, para cada una de ellas; esto a veces resulta muy complicado porque algunos metales, como el Plomo, actúan al mismo tiempo sobre diversos sistemas enzimáticos.

Otra de las características comunes a estos elementos y sus compuestos, es que su tratamiento se lleva a cabo con un grupo de agentes terapéuticos llamados quelantes, de los que hablaremos ampliamente al finalizar este capítulo.

1.- METALES.

Inicio esta revisión con el estudio de los efectos producidos por el plomo y sus compuestos, pues como se mencionó es el principal agente que origina intoxicaciones de tipo industrial en nuestro medio y posiblemente en el mundo entero.

1.1 PLOMO.

Generalidades.

La evidencia del uso del plomo se remonta a más de 6,000 años y el reconocimiento de envenenamiento en seres humanos, ha sido observado desde hace varios siglos. Hipócrates en el año 370 A.C., describió el cólico por plomo; posteriormente en el año 79 D.C., Plinio reportó casos de envenenamiento por el metal, y en el año 100, Dioscórides reconoce a esta intoxicación como originada en el trabajo y la asocia con el cólico, delirio y parálisis.

Posteriormente numerosos autores se refirieron a esta intoxicación, bastaría mencionar a Nicandro (siglo II D.C.), quien describió ya a ciertos compuestos específicos, como capaces de producir intoxicación, más tarde Baker (1767), aclaró que el llamado cólico de Devonshire se debía a la intoxicación por plom; 100 años más tarde, Bernardino Ramazzini, conocido como el Padre de la medicina del Trabajo, estudió este padecimiento y su relación con el trabajo. La mejor monografía que se ha escrito hasta la época actual, se debe a Tanquerel des Planches' (1838).

En el siglo actual, un gran número de investigadores se han dedicado al estudio de esta intoxicación, especialmente al aplicar técnicas bioquímicas y citofarmacológicas muy especializa--

das, que han permitido estudiar las alteraciones a nivel tisular y enzimático.

Distribución en la Naturaleza.

El plomo se encuentra ampliamente distribuido en la atmósfera, en las aguas oceánicas, en la hidrósfera, en la tierra y las plantas, según lo han demostrado múltiples investigaciones que se han llevado a cabo en los últimos años (3); se le considera por lo tanto un elemento "natural", que el hombre desde su vida intrauterina hasta su muerte, introduce, almacena y elimina de su organismo, sin que en el momento actual sepamos si tiene algún significado biológico.

La forma en que se encuentra más abundantemente distribuido en la corteza terrestre es en la de sulfuro de plomo o galena, que representa del 2 al 8% del total de la industria minera; las minas más importantes se encuentran en Australia, Canadá, México, Estados Unidos de Norteamérica, Perú, África del Sur, Rusia y Yugoslavia.

Principales Usos y Fuentes de Contaminación Industrial.

Por sus propiedades físico-químicas, el plomo y sus compuestos son utilizados ampliamente, por lo que existen numerosas vías de contaminación a nivel industrial, agrícola o doméstica; las más importantes se resumen a continuación:

a) Fábrica de acumuladores.- Representa la fuente de exposición y de intoxicación más importante en nuestro país y en la mayor parte de los países del mundo. Se calcula que un acumulador, desde su fabricación hasta la recuperación del metal a partir de sus desechos, tiene un período de utilización entre 3 y 5 años, lo que explica en gran parte su peligrosidad.

b) Fabroca de Cables.- El plomo se utiliza en la fabricación de diversos tipos de cables, por ejemplo: telefónicos y telegráficos, para protegerlos de la acción corrosiva de diversos agentes externos.

c) Industria del Petróleo.- En la construcción de equipo anticorrosivo, en la refinación de ácidos para remover algunos compuestos químicos indeseables, en la preparación de compuestos orgánicos de plomo (tetraetilo) como antidetonante de las gasolinas.

d) Industria de la Construcción.- En la fabricación de tuberías para conducir agua, excepto en aquellas que transportan en agua de consumo, en lámparas para techos, cacaladuras, en alcantarillas, en céspedes, etc.

e) Industria de la Pintura.- Hasta hace pocos años era el pigmento más utilizado para los colores amarillo, naranja y rojo de diversas pinturas.

f) Industria de la Cerámica.- Los óxidos y silicatos de plomo se han utilizado durante mucho tiempo, para formar las llamadas "fritas" que sirven para darle a la cerámica sus características de brillantez o "vidriado". En las grandes industrias la cerámica es sometida a temperaturas muy elevadas, por encima de los 1500°C , lo que permite la formación de compuestos de plomo muy estables, que no se liberan al contacto de los alimentos comunes, por lo que el riesgo de intoxicación existe únicamente para los trabajadores de la fábrica, sin embargo, la industria de tipo casero o en pequeña escala, de la llamada loza típica "vidriada", son inestables y en presencia de ciertos líquidos ácidos (jugo de limón o vinagre), se desprenden en cantidades importantes capaces de intoxicar si consumimos alimentos y líquidos en este tipo de loza.

g).- En la industria de las municiones, impresión y automovilística.- se llega a utilizar el metal en diversas manobras en las que se pueden producir humos o polvos del mismo, potencialmente tóxicos.

H) Usos misceláneos.- Como insecticida, en la industria química, en la industria del acero, como protección contra radiaciones, vibraciones, ruidos, etc.

Características y Propiedades Físico-químicas.

Los antiguos alquimistas atribuían su origen, como en el caso de otros metales, a otros planetas, en este caso a Saturno, de tal manera que a la intoxicación desde entonces se le denominó Saturnismo.

De color azul grisáceo y de brillo metálico cuando se corta, el plomo es soluble en algunos ácidos orgánicos y ciertos alimentos ácidos, su peso atómico es de 207.21, punto de fusión 327.5°C , punto de ebullición 1620°C , TLV $0.15 \text{ mg}/\text{M}^3$. (U.S.A.).

Metabolismo del Plomo.

Absorción.- El hombre se expone en forma natural o por contaminación industrial, agrícola o doméstica; las principales vías por las que penetra al organismo, son: la digestiva y la respiratoria, para los compuestos inorgánicos, la cutánea tiene muy poca importancia, excepto para los compuestos orgánicos.

Vía digestiva.- Calculamos que el hombre ingiere diariamente por esta vía, en forma natural, una cantidad de plomo

que varía de 0.25 a 0.50 mg., del que el 95% se elimina por las heces y solamente un 5% se absorbe a través de la mucosa intestinal.

Vía respiratoria.- El promedio diario que se absorbe por esta vía se ha calculado en 0.03 mg., esto depende de diversos factores, como son el tamaño de las partículas (las de 5 micras son las más fáciles de absorber), su solubilidad, la acidez del alveolo pulmonar, la extensión de la superficie alveolar.

Distribución y Almacenamiento.

Una vez que el plomo pasa a la circulación, el 95% se deposita en la superficie de los eritrocitos, como fosfato de plomo y el 5% se une a proteínas o circula libremente. En una primera fase de distribución llega a prácticamente todos los tejidos, en especial a aquellos con mayor circulación, como son: el hígado, riñones, bazo, pulmones, músculos, cerebro; en donde se retiene en forma temporal; a los pocos días, aproximadamente el 90% de este plomo se redistribuye y siguiendo un metabolismo semejante al del calcio, se transforma en fosfato tricálcico de plomo, que se deposita en los huesos largos, que son el principal sitio de almacenamiento del hombre durante toda su vida.

Eliminación.

El plomo ingerido se elimina principalmente a través de las heces, en cantidades que se han calculado por día en 0.3mg, el circulante al parecer por filtración glomerular, pero esencialmente por excreción tubular, se elimina en la orina en una cantidad diaria aproximadamente de 0.03 mg.

Menos importante para la eliminación del plomo en condiciones normales, son la saliva, el sudor, el pelo, la leche materna, etc., pero en estados de incremento o de franca intoxicación, se aumenta la eliminación por éstas vías en forma considerable, esto debemos tenerlo en cuenta en particular en lo que se refiere a la eliminación salival, por las alteraciones bucales a que dá lugar y que posteriormente referiremos.

Acumulación.

Es el resultado de la exposición natural, los seres humanos metabolizan el plomo de acuerdo a los mecanismos arriba citados, lo que permite que el metal presente en el organismo no le cauce daño. Cuando por la contaminación del ambiente o de alimentos se incrementa su cantidad, se origina un fenómeno de acumulación, que bajo determinadas circunstancias, es quien nos lleva a la intoxicación.

Los factores que desencadenan los efectos tóxicos del plomo acumulado son esencialmente aquellos estados que evolucionan con cierto grado de acidosis: alcoholismo agudo, procesos infecciosos, reposo prolongado en cama, deshidratación, cambios estacionales, etc.

El plomo actúa sobre sistemas enzimáticos, así no bien de terminados; se ha encontrado disminución en la fosfatasa alcalina y de la ATPasa en la pared de los vasos sanguíneos, indicando alteraciones en el transporte activo de fosfatos al citoplasma; aumento de la fosfatasa ácida, que indica cambios de generativos en el citoplasma; se han reportado asimismo, alteraciones en los sistemas oxidativos mitocondriales, con aumento de las transaminasas y bloqueo de las globulinas γ y β -ta (síndrome citológico).

Alteraciones en el Sistema Hematopoyético.

Se encontró aumento en la fragilidad de la membrana de eritrocitos y como consecuencia de su destrucción y disminución de su vida media; secundariamente a la inhibición de la maduración de los eritrocitos, se ha reportado retención de mitocondrias con elevada concentración de RNA y condensación de ferritina, lo que se traduce en la presencia de un puntillado basófilo característico en estas células. La fragilidad de la membrana y la disminución de la vida media del eritrocito, son la causa de la anemia que se presenta en esta intoxicación; como respuesta a la misma, la médula ósea produce un mayor número de eritrocitos nucleados y cuantificados en la citología hemática. En algunos casos, raros por cierto, se ha reportado que el plomo puede dar lugar a hipoplasia de la médula ósea.

Alteraciones en el Sistema Nervioso Central y Periférico.

Las alteraciones en el Sistema Nervioso Central son extraordinariamente raras en los adultos, pero son la regla en los niños; durante esta intoxicación se origina edema intenso, daño vascular difuso con exudación serosa y proliferación celular, destrucción neuronal y de la neuroglia.

En el Sistema Nervioso Periférico hay desmielinización segmentaria y degeneración axonal.

Alteraciones en otros aparatos y Efectos Misceláneos.

En los últimos años, numerosos estudios han demostrado la presencia de cuerpos de inclusión intranuclear, principalmente en células renales, de hígado, bazo y páncreas, que se consideran como depósitos del metal, a fin de prevenir sus efectos patológicos. Por las características de estos cuerpos, algunos

autores piensan que es un signo patognomónico en esta intoxicación, pero por las dificultades técnicas para su estudio, todavía no se ha podido aplicar en la clínica.

Se ha reportado disminución en la actividad tiroidea, y aún sujeto a muchas discusiones, se han descrito alteraciones cromosómicas, que producen abortos y efectos teratogénicos (4).

Durante las manifestaciones agudas de la intoxicación hay vasoespasmo difuso, que da lugar a palidez importante, que no debemos confundir con la palidez que produce la anemia.

En la fase de Eliminación Aumentada, como ya se mencionó, entran en juego otros sistemas, aparte de la vía digestiva y renal, de ellos cualquiera particular importancia la eliminación por las glándulas salivales, lo que origina que el plomo se concentre en cantidades importantes en la cavidad bucal y que en presencia de las bacterias que normalmente existen en ésta, aumentadas por mala higiene bucal, transforman el metal en di sulfuro de plomo, que se precipita y deposita en los tejidos gingivales, dando lugar a una pigmentación característica. Lo más frecuente es que ésta se ocaliza en forma lineal en la encía y es lo que se le ha llamado Línea, Liseré o Ribete de Burton, nombre del autor que escribió este signo.

La línea de Burton es de color azul violácea o gris acero mide de 1 a 3mm. y se extiende sobre el borde gingivodentario, como un collar; no se encuentra en las encías desdentadas, lo más frecuente es que se observa en la cara anterior, pero en raras ocasiones se presenta en la encía palatina y puede pasar inadvertida. Este signo se ha reportado aproximadamente en el 85% de los pacientes con intoxicación saturnina crónica, pero como se encuentra presente también en personas con incremento en el organismo y eliminación aumentada del metal, sin oxidación propiamente dicha, no se le puede considerar como un sig-

no patognomónico de la intoxicación, ya que en realidad lo único que nos traduce es lo referido anteriormente; si se encuentra durante la exploración física en pacientes con todo el cuadro clínico de la intoxicación, puede ser de gran utilidad para la confirmación del diagnóstico, en los que este signo no está presente.

Se debe diferenciar de otras coloraciones de la encía, como la originada por el tártaro formado en el diente por desaseo o descuido, y de la coloración oscura que se observa en las encías de personas de piel morena.

La precipitación de difosfato de plomo puede hacerse en otros lugares de la cavidad bucal, como las caras laterales de la lengua y en los carrillos, a la altura del conducto de Stenon, coloración similar al Burton y que en este caso particular, recibe el nombre de Signo de Gubler.

Otra alteración bucal que se ha reportado, aunque muy rara es la hipertofia bilateral de las glándulas salivales parotídeas. (5).

CUADRO CLINICO.

El cuadro clínico del Saturnismo en el adulto, se caracteriza por alteraciones digestivas, neuromusculares, hematológicas y tóxicas generales. Durante algunos días o semanas, hay cefaléa, malestar general, mialgias, artralgias y ostealgias, etc., y en relación casi siempre con alteraciones orgánicas que evolucionan con ciertos grados de acidez, como: alcoholismo agudo, infecciones, reposo prolongado en cama, etc., y que actúan como factores desencadenantes, aparece constipación intestinal pertinaz (excepcionalmente se presenta diarrea), dolor abdominal, náuseas, hiporexia y consecuentemente enflaquecimien-

to, posteriormente los síntomas se acentúan, el cólico abdominal se hace intenso, al igual que la constipación, pudiendo confundirse con padecimientos abdominales agudos, sin embargo, la exploración abdominal generalmente es negativa, sin signos de irritación peritoneal y en algunos casos incluso, la palpación alivia el dolor.

En el adulto la encefalopatía es excepcionalmente rara, pero en el niño es la manifestación característica de esta intoxicación, en aquel existen alteraciones neurológicas periféricas por polineuropatía tóxica difusa, que predominan en los nervios que inervan a los músculos que más se utilizan, en algunos casos, pueden originar parálisis irreversibles.

A la exploración física, además de los datos ya referidos a la exploración abdominal, se observa facies dolorosas, con palidez terrosa y sudoración fría y pegajosa (facies saturnina). De particular interés en la exploración, es el estudio sistemático de la cavidad bucal, aquí tenemos que buscar en forma intencionada los depósitos de disulfuro de plomo en los bordes gingivodentarios, caras laterales de la lengua y cara interna de carrillos, con las características mencionadas previamente.

En el niño las manifestaciones clínicas son siempre secundarias a la encefalopatía a que da lugar la intoxicación, en estos casos, los síntomas se presentan rápidamente, por lo que no es frecuente encontrar manifestaciones en otros aparatos o sistemas, y las alteraciones bucales son excepcionales.

DIAGNOSTICO.

Hay que insistir que intoxicación debe siempre considerarse como sinónimo de enfermedad, y que su diagnóstico es -

siempre clínico; los estudios de laboratorio y gabinete sirven de apoyo al mismo. El conocimiento de la historia natural del padecimiento, nos da los elementos de juicio para establecer su diagnóstico, y al mismo tiempo, es de utilidad reconocer las manifestaciones bucales además del resto de la sintomatología y signología.

Los exámenes de laboratorio de mayor utilidad son:

a) Determinación de plomo en productos biológicos, de éstos, en forma sistemática, en sangre y en orina; para personas no expuestas laboralmente al metal, hemos encontrado en nuestro medio los valores promedio siguientes: en sangre $17.5 \text{ mcg}/100 \text{ g.} \pm 4.8$; en orina, $22.0 \text{ mcg}/1 \pm 6.6$; en el Saturnismo, lógicamente estos valores se encuentran elevados.

b) Los más útiles son la determinación de la deshidratasa del ácido delta amino levulínico (D.A.L.A.) en sangre, cuyos valores promedio en adultos sin exposición laboral son: de 108 a 299 unidades; el ácido delta amino levulínico (A.L.A.) en orina, y bajo las mismas condiciones de $0.62 \pm 0.20 \text{ mg}/100 \text{ ml}$, y finalmente la coproporfirina urinaria (C.P.U.), se investiga cualitativa y cuantitativamente, y se reporta de la siguiente manera:

Valores Promedio.

Qualitativo	Cuantitativo
0	> 75 mcg/1
+	75-200 mcg/1
++	200-400 mcg/1
+++	400-800 mcg/1
++++	< 800 mcg/1

Los valores promedio para personas con exposición natural al metal, son, respectivamente: 0 y 75 mcg/l.

En el Saturnismo, las cifras de D.A.I.A. inhibida se encuentran francamente descendidas, en tanto que el A.L.A. y C.P.U., se encuentran muy elevadas.

Otros estudios útiles en el diagnóstico de la intoxicación en el adulto son: la citología hemática que reporta cifras bajas de hemoglobina, reticulocitos y punteado basófilo en los eritrocitos. Con mucha frecuencia, ante la sospecha de esta intoxicación, se solicitan radiografías de los huesos, buscando líneas de mayor densidad en las metafisis, debemos aclarar que este estudio es únicamente de valor en los niños.

PRONOSTICO.

Quando el Saturnismo en el adulto se diagnostica y trata oportunamente, la evolución en general es favorable, pero por las características propias de los trabajadores en nuestro medio, es frecuente que después de su alta por curación, regresen a trabajar al mismo sitio, y lógicamente se vuelven a intoxicar, en estos casos de intoxicaciones subsecuentes, es en los que se pueden llegar a ver las alteraciones neurológicas periféricas.

En el niño, por las lesiones neurológicas centrales, la mortalidad es elevada y en los casos de curación, la regla es que queden secuelas neurológicas graves e irreversibles.

En relación a las alteraciones bucales, algunos autores las consideran como verdaderos tatuajes y por lo tanto permanentes, no obstante haberse curado la intoxicación; otros sin

embargo, refieren que este signo tiende a desaparecer espontáneamente; otros más, han descrito su desaparición con la aplicación de peróxido concentrado o por insuflación de la encía con oxígeno, con objeto de oxidar los sulfuros metálicos de color obscuro. En el Servicio de Toxicología, de donde se tomaron los casos a los que se refiere este trabajo, no se tiene experiencia al respecto, sin embargo, se deja anotada esta posibilidad en vista, para estudios futuros.

TRATAMIENTO.

Al final del capítulo referente a la intoxicación por metales y metaloides, se referirá su tratamiento específico.

ESTUDIO DE CASOS CLINICOS DE SATURNISMO.

Con objeto de ejemplificar los conceptos mencionados sobre el Saturnismo, pienso que sería de utilidad presentar algunos casos reales de esta intoxicación, razón por la cual se hizo el estudio de 60 trabajadores expuestos, con motivo de su trabajo específico a la inhalación de compuestos inorgánicos de plomo y que fueron estudiados en el Servicio de Toxicología, por sospecha de Saturnismo.

Del grupo en estudio, 50 de ellos, lo que representa el 83.3%, presentaron el cuadro clínico característico de la enfermedad, y 10 de ellos correspondientes al 26.7%, solamente estaban expuestos y existía un incremento del metal en su organismo, pero clínicamente se encontraban asintomáticos, y por lo tanto, de acuerdo con el criterio establecido, no se consideraron intoxicados. Del primer grupo, la sintomatología y signología que presentaron se resumen en las tablas I y II y en la tabla III se anotan los tipos de empresas de donde provenían estos obreros.

TABLA I.

<u>Síntomas</u>	<u>Incidencia en % de 50 casos.</u>
Cólico	96
Mialgias y Arteralgias	92
Paresias y Parestesias	90
Constipación	78
Cefalea	74
Calambres	72
Náuseas y Vómitos	70
Disuria	36

TABLA II.

<u>Signos</u>	<u>Sintomáticos.</u> Incidencia en % de 50 casos	<u>Asintomáticos.</u> Incidencia en % de 10 casos.
Palidez	82	30
Ribete de Burton	76	30

TABLA III.

<u>Tipo de Empresa.</u>	<u>Sintomáticos %.</u>		<u>Asintomáticos %.</u>	
Fábrica de acumuladores	40	80	1	10
Fábrica de óxido de Plomo	8	15	0	0
Imprentas (Linotipos)	0	0	2	20
Esmaltes Metálicos	1	2	1	10
Fábrica de Balatas	0	0	2	20
Industria Automotriz	0	0	3	30
Fábrica de Cables	0	0	1	10
Fábrica de prod. de Zinc y Plomo	1	2	0	0

Los resultados promedio de los exámenes de laboratorio fueron así:

Pacientes	<u>Plomo en Sangre</u> (mcg/100 g)	<u>Plomo en Orina</u> (mcg/1)
Sintomáticos	56.55	234.54
Asintomáticos	26.71	37.32

<u>Coproporfirinas</u> <u>Urinarias (mcg/1)</u>	<u>Sintomáticos</u>	<u>Asintomáticos.</u>
75	0 - 0%	9 - 90 %
75 - 200	1 - 2%	1 - 10 %
200 - 400	1 - 2%	0 - 0 %
400 - 800	7 - 14.7%	0 - 0 %
800	41 - 82%	0 - 0 %

En nuestro medio para pacientes no expuestos laboralmente a compuestos inorgánicos de plomo, se consideran los siguientes valores como promedio:

Plomo en sangre: 17 mcg/100 g \pm 4.6
 Plomo en orina: 22 mcg/1 \pm 6.6

DISCUSION.

En la tabla I y II, observamos que en el cuadro clínico predominan las manifestaciones digestivas, y de éstas, el cólico y la costipación, tal como quedó previamente acentado en la revisión teórica; a la exploración física, en los casos de intoxicación franca, se presenta palidez en el 82% de ellos en tanto que en aquellos no intoxicados, sólo con incremento del metal, se presenta en el 30%, y en ellos se podría atribuir a otras causas, como anemias nutricionales muy frecuentes en nuestro medio. En lo que se refiere al Signo de Burton, se presenta en el 76% de los pacientes intoxicados, pero también se encontró en el 30% de los asintomáticos con incremento del metal, con esto nos damos cuenta de que el signo por sí sólo, únicamente nos indica exposición a ambientes contaminados y que debemos valorarlo en función del resto de la sintomatología y signología clínicas.

Los valores promedio del metal en sangre y orina están aumentados en los casos de intoxicación, en tanto que en los casos asintomáticos, si bien, se encuentran por arriba de los valores promedio normales, no alcanzan las cifras de los primeros. Consideraciones similares se podrían hacer con el estudio de las coproporfirinas urinarias que en casos de intoxicación se encuentran muy elevadas, mientras que en los asintomáticos son prácticamente negativas.

Finalmente en la tabla III, observamos que en el grupo de estudio, la mayor parte de los obreros intoxicados provenían de fábricas de acumuladores.

COMENTARIO.

De los datos resumidos anteriormente podemos concluir

que lo que encontramos en la práctica clínica, es congruente con los datos teóricos mencionados inicialmente, debemos destacar el hecho de que en esta intoxicación el criterio clínico es el que nos permite llegar al diagnóstico de la misma y que los exámenes de laboratorio son únicamente auxiliares; en relación al tema que nos interesa, si se interpretan con criterio, las alteraciones bucales resultan de gran utilidad en apoyo al diagnóstico.

No se hace mención al tratamiento que se llevó a cabo con los 50 pacientes intoxicados, porque se siguió un esquema terapéutico general que se revisará al final de este capítulo.

1.2 MERCURIO (Hg).

Generalidades.

El mercurio se encuentra en la naturaleza, como cinnabar (HgS) y en su forma metálica libre como pequeñas gotas en las capas de la tierra. Las minas más importantes se localizan en España, Italia y algunos países de América; en México se le encuentra en el estado de Guanajuato.

Propiedades Físico-Químicas.

Es el único metal líquido que existe en la naturaleza, de color plateado, peso atómico 200.61, punto de fusión -38.87°C ; es importante señalar, por las implicaciones que tiene en toxicología, que el mercurio vaporiza aún a la temperatura ambiente TLV. 0.05 mg/m^3 (U.S.A.), para todas sus formas, excepto las orgánicas (compuestos alquil, cuyo TLV es 0.01 mg/m^3).

Usos Industriales.

Tanto en su forma metálica como sus compuestos orgánicos e inorgánicos, tiene un amplio campo de aplicación en la industria:

Mercurio Metálico:

- a) Manufactura de instrumentos científicos: barómetros, termómetros, calibración de pipetas, etc.
- b) Manufactura, reparación y mantenimiento de medidores eléctricos.
- c) Manufactura de lámparas de vapor e incandescentes.

d) Manufactura de amalgamas de cobre, estano, plata u oro.

El uso de estas amalgamas para el plateado de espejos ha sido reemplazado por el uso de nitrato de plata y amonio.

e) En la industria química en la producción de compuestos de mercurio y ácido acético glacial.

f) En material de soldadura que contenga mercurio, plomo y estaño.

g) En la manufactura de joyería artificial.

Compuestos Inorgánicos:

a) En la manufactura de compuestos para la prevención de algunas alteraciones en el sembrado de cereales.

b) en la preparación de fulminantes para explosivos.

c) En la industria farmacéutica en la producción de compuestos orgánicos del mercurio utilizados como diuréticos y desinfectantes externos.

Metabolismo.

El mercurio y sus compuestos se pueden absorber por la vía respiratoria, digestiva o cutánea, se ha calculado que el hombre en forma normal ingiere diariamente con los alimentos, una cantidad del metal de 0.005 a 0.02 ug.; según Sollman (6), tanto en el mercurio metálico como sus componentes son oxidados y las sales mercuriales resultantes, forman compuestos solubles con las proteínas, cloruro de sodio y álcalis de la sangre; se excreta rápidamente, a través de la orina y de las heces, pero también por la bilis, sudor, saliva y leche materna.

El mercurio en el interior del organismo tiene afinidad por los grupos -SH de diversas enzimas; en el momento actual no se sabe a ciencia cierta el sitio exacto donde ejerce su actividad tóxica, pero en estudios anatómo-patológicos, la mayor concentración del metal se ha encontrado en los riñones y en menor proporción en hígado y bazo.

Efectos Tóxicos del Mercurio.

El mercurio puede ser tóxico en su forma metálica, pues ya dijimos que se evapora a la temperatura ambiente, o bien a través de sus compuestos orgánicos e inorgánicos, de éstos nos interesan los últimos por las alteraciones bucales a que dan lugar.

Intoxicación por Compuestos inorgánicos de Mercurio. (Hidrargirismo).

La intoxicación por este tipo de compuestos puede ser aguda, subaguda o crónica, la primera de ellas, más bien rara, es casi siempre accidental o intencional. Los efectos inmediatos se deben a la irritación, corrosión y coagulación que el metal ejerce sobre los tejidos con los que se pone en contacto. Clínicamente se presenta sabor metálico, sialorrea, sensación de quemadura en boca y faringe, dolor abdominal intenso, vómito y diarrea mucosanguinolenta, y en ocasiones edema de la glotis. En éstas condiciones fácilmente se produce desequilibrio hidroelectrolítico, choque y secundariamente a éstos, insuficiencia renal aguda, reversible o no.

En la forma subaguda, sobre todo en niños, hay alteraciones en la porción distal de las extremidades por trastornos de tipo vascular acompañados de sudoración, insomnio, disturbios mentales, etc. A este síndrome se le llama Acrodinia o Enferme

dad Rosada.

La forma crónica es la más frecuente, y los vapores del mercurio metálico son la fuente de exposición más importante. Las principales manifestaciones clínicas son:

a) Alteraciones Bucales: son características de esta intoxicación y aún cuando se conocen desde tiempos antiguos, su descripción detallada fué hecha por Taylor en 1901 y Tylecote en 1912 (7), y se encuentran presentes en la mitad de los casos de hidrargirismo y se deben a que las sales solubles del metal al circular por los capilares sanguíneos de la mucosa gingival, se ponen en contacto con el sulfuro de hidrógeno - que proviene de la descomposición bacteriana de los detritus en los sacos periodontales, particularmente en personas con mala higiene bucal, formando un sulfuro mercurico insoluble, además de la presencia de trombosis capilar, lo que dá como resultado estomatitis y gingivitis de tipo ulceroso, acompañadas de sialorrea y sabor metálico. En una etapa posterior, la necrosis evoluciona y se acompaña de halitosis importante, el resto de la encía se edematiza enrojece y sangra al menor estímulo, y puede separarse de los dientes, que caen con facilidad.

Es posible observar las manifestaciones bucales antes de las tóxicas generales, en estos casos representa un buen signo para aplicar medidas de tipo preventivo, por lo que algunos autores han dicho que en el hidrargirismo, "la boca es el termómetro de lo que pasa en el organismo".

En personas muy sensibles a las que se les colocan amalgamas dentales, con motivo de maniobras odontológicas, se producen depósitos por debajo de la mucosa oral, que dan lugar a una coloración negro-azulada; esta pigmentación se debe consi

derar como un tatuaje y es diferente a la producida en casos de verdadera intoxicación, además, no se ha demostrado que el uso de amalgamas incremente la cantidad de mercurio en el organismo y produzca verdadera intoxicación. Aquí vale la pena hacer notar que los dentistas y sus auxiliares, al preparar las amalgamas, pueden absorber vapores del metal, lo que representa un peligro para su salud, no así para los pacientes a los que se les aplican, por las razones antes expuestas.

b) Eretismo: es una forma peculiar de alteraciones síquicas, caracterizadas por nerviosismo, irritabilidad, cambios de temperamento, conducta antisocial, tendencia a ruborizarse, ansiedad, disminución en la concentración, cefalea, fatiga, debilidad y en casos avanzados, alucinaciones, pérdida de la memoria y deterioro intelectual.

c) Temblor: es uno de los signos más característicos y se presentan tanto en la intoxicación por compuestos inorgánicos como orgánicos, es fino, rítmico, de predominio en los dedos y se agrava con los movimientos voluntarios; en ocasiones se le puede observar en la cara y brazos y raramente en las piernas. En relación con el temblor, hay trastornos progresivos de la escritura, que evolucionan hasta hacerse temblorosa, irregular e ilegible.

d) Afecciones Oculares: la más importante es la Mercurialentis descrita por Aukinson en 1943 (8), coloración permanente, café grisácea o amarillenta, de la superficie anterior del cristalino, que interfiere en la visión. El proceso está en relación directa con el tiempo de exposición al metal, y se presenta aún en ausencia de manifestaciones clínicas, por lo que se le debe considerar más como un signo de incremento y absorción, que de intoxicación. Se desconoce su

significado, aún cuando el mismo Aukinsen ha sugerido que se debe a depósitos en la cápsula anterior de este lente.

Se han descrito alteraciones oculares más bien raras, entre ellas, trastornos en el valance y acomodación muscular y parálisis del recto externo, y en casos de intoxicaciones muy severas, disminución de los campos visuales.

e) Alteraciones Neurológicas: tanto en el caso de compuestos orgánicos como inorgánicos, se refieren, aunque raras, alteraciones motoras y sensitivas y un posible efecto sobre la función auditiva por coartipatía tóxica.

f) El riñón es el órgano principal por donde se elimina este metal, prácticamente por la porción distal de los túbulos contorneados proximales y en el asa de Henle, existiendo dudas sobre si lo hace por el glomérulo. El daño que se puede originar en estas estructuras, da origen a nefropatía de tipo tóxico, manifestado como nefritis crónica, aún cuando en un número pequeño de casos, se ha reportado síndrome nefrótico.

g) Alteraciones Diversas: el ataque al estado general, palidez, hiporexia y adengazamiento, forman parte de un síndrome tóxico general inespecífico.

Diagnóstico.

El diagnóstico de la intoxicación se basa en el antecedente de la exposición y el cuadro clínico. Dentro de los exámenes de laboratorio, el más importante es la determinación del metal en la orina, como valores promedio para personas no expuestas, se ha sugerido el de 100mcg en orina de 24 horas,

los síndromes mencionados suelen presentarse en concentraciones superiores a los 300mcg.

Tratamiento.

El tratamiento de esta intoxicación, se describe al final de capítulo.

Intoxicación por Compuestos Orgánicos.

Nos referimos muy brevemente a esta intoxicación, ya que por sí mismos nos dan lugar a alteraciones bucales y cuando éstas se presentan, se debe a contaminación por compuestos inorgánicos.

Los principales síntomas producidos por estos compuestos, se deben al daño que ejercen sobre el Sistema Nervioso Central en casos avanzados hay ataxia, disartria y reducción de los campos visuales, así como ataque importante al estado general. Con excepción del temblor, todos los síntomas y signos referentes a los compuestos inorgánicos se encuentran ausentes a esta intoxicación.

La enfermedad de Minamata, llamada así por el reporte hecho de la Isla Japonesa de este nombre, en la cual un gran número de sus habitantes sufrieron intoxicaciones graves y en algunos casos incluso la muerte, por contaminación de las aguas y de los peces habitantes de ellas, por grandes cantidades de mercurio proveniente de los desechos de una fábrica. Al parecer el mercurio inorgánico al combinarse con el radical alkyl y proteínas tisulares de los peces, fueron los agentes casuales de esta enfermedad.

Finalmente referiremos que la aplicación tópica de algunos compuestos orgánicos del mercurio utilizados como desinfect

tantes cutáneos, puede dar origen a reacciones de hipersensibilidad.

Efectos tóxicos del Bismuto.

Los casos de intoxicación por este metal, son casi siempre derivados de su uso terapéutico, los más graves son el resultado de su aplicación intravenosa, Clínicamente hay lesiones dermatológicas, de tipo buloso, parecidas al herpes de zoster, además de daño hepático y renal.

Las alteraciones bucales consisten en la llamada "línea bismútica", localizada en la mucosa de las encías, lengua, y carrillos, de color negruzco o negro azulado, formada por la precipitación de parte del sulfato de bismuto producido de manera similar a las líneas de plomo y mercurio, y en ocasiones se han reportado lesiones de tipo ulcerativo. Su presencia es indicativa de incremento del metal en el organismo y no necesariamente de intoxicación; con frecuencia se acompaña de sialorrea y sabor metálico (9).

Algunos autores han empleado peróxido de hidrógeno al 30%, para eliminar las pigmentaciones causadas por este metal, ya que la oxidación del sulfuro de bismuto forma sulfato de bismuto que es soluble y fácilmente eliminado por la orina.(10).

1.3 BISMUTO (Bi).

Generalidades.

Se obtiene en forma abundante como elemento o en diversos compuestos, en minas que se localizan principalmente en algunos países de Sudamérica, en Corea, Japón, África del Sur y Australia. Algunas de sus sales tales como el salicilato, tioglicolato, utilizados en la terapéutica de la sífilis, entre otras infecciones, han caído en desuso por el advenimiento de la penicilina y otros antibióticos.

Propiedades Físico-químicas.

Es un metal duro, brillante, de color plata rosado, generalmente cubierto con un depósito de óxido, y se presenta casi siempre como impureza en las minas de plomo. Su peso atómico es de 209, su punto de fusión 271°C , punto de ebullición 1450°C , TLV calculado para el telurido de bismuto, 10 mg/m^3 (U.S.A.).

Usos Industriales.

a) En productos farmacéuticos para diversas aplicaciones. Actualmente se usan preparaciones de bismuto en forma de supositorios, para el tratamiento de infecciones faringo-amigdalinas.

b) En la industria metalúrgica como constituyente de diversas mezclas metálicas.

c) En la industria textil para teñir telas.

1.4 CADMIO (Cd).

Generalidades.

Aislado en 1817 por Strohmeyer, existe en la naturaleza como sulfuro de cadmio ($Cd S$), que cuando es puro puede contener hasta 77.6% del elemento, sin embargo, la principal fuente de obtención son las mismas del plomo y zinc.

Propiedades Físico-químicas.

Es un metal blanco, con matices azules, su peso atómico es de 112.41, punto de fusión $321^{\circ}C$ y punto de ebullición $770^{\circ}C$.

Usos Industriales.

- a) En procesos electrolíticos diversos.
- b) Combinado con cobre para recubrimiento de cables telefónicos; con plomo para otro tipo de cables, con bismuto en la elaboración de baterías alcalinas.
- c) En algunos pigmentos resistentes a las altas temperaturas.
- d) Para absorber neutrones en reactores nucleares.
- e) Como insecticida.
- f) En la manufactura de lámparas incandescentes.
- g) En la preparación de amalgamas dentales.

Efectos Tóxicos del Cadmio.

La intoxicación por cadmio o sus compuestos casi siempre es de origen industrial, en la intoxicación aguda actúa por efecto irritante sobre la piel y mucosas, originando lesiones que pueden ser severas, sobre todo a nivel del alveolo pulmonar provocando neumonitis química.

En la intoxicación crónica, el cadmio produce necrosis tubular y de acuerdo al reporte de algunos autores, es posible que se originen alteraciones glomerulares además de las tubulares; la producción de efisema pulmonar de evolución rápida, es característica de esta intoxicación, en la que es frecuente encontrar la presencia de un ribete de color amarillo, en el cuello de los dientes, llamado "anillo cádmico", probablemente originado por la combinación del cadmio con el sulfocianato de la saliva. Como en los casos anteriormente referidos, este signo no se debe considerar como manifestación de incremento del metal en el organismo y no necesariamente de intoxicación, aunque su presencia nos auxilia en el diagnóstico de esta.

Tratamiento.

El tratamiento de esta intoxicación es el mismo del resto de las originadas por metales.

1.5 COBRE (Cu).

Generalidades.

Existe en la naturaleza en su forma libre y en minas, como malaquita y calcopirita, distribuido ampliamente en Chile, Rodesia, Saire, Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, España, Portugal y Alemania.

Propiedades.

Es un metal dúctil, maleable, de color rojo-café, con peso atómico de 63.54, punto de fusión 1083°C , punto de ebullición 2310°C . El T.L.V. para los polvos y neblinas de cobre es de 0.2 mg/m^3 (U.S.A.). Las principales aleaciones del cobre son el latón, el bronce y otros que se elaboran con propósitos específicos, debido a su gran conductibilidad, con plata, cadmio y cromo, y por su gran dureza, con telurio, cobalto y níquel; la incorporación del 10 al 30% de níquel en las aleaciones, las hace muy resistentes a la corrosión.

Usos Industriales.

a) En un amplio rango de aleaciones, con grandes aplicaciones en ingeniería, fabricación de utensilios domésticos.

b) En la industria eléctrica en forma de alambres finos de alta resistencia, tubos de gran conductibilidad, etc.

c) En la industria de la construcción, en pipas para transportar agua o gas.

d) Sus sales se usan como insecticidas para la eliminación de algas o parásitos, por ejemplo para la esterilización de semillas y la producción de vinos.

d) En la manufactura de cápsulas fulminantes.

Efectos Tóxicos del Cobre.

Las lesiones bucales atribuidas al cobre, al parecer tienen su origen en una posible contaminación por otros metales, como el plomo; cuando existe es de coloración verdosa y se localiza en encías y lengua.

Desde el punto de vista industrial, el metal puede dar origen a intoxicación aguda o crónica, la primera de ellas se debe casi siempre a la inhalación de humos, en la mayor parte de los casos da un cuadro similar al originado por otros metales como el zinc, caracterizado por hipertermia, hiperidrosis, malestar general, mialgias y artralgias, al que se conoce como "fiebre por humos de metales"; en casos raros se agrega sabor metálico, dolor torácico y disnea.

La intoxicación crónica se acompaña de manifestaciones vagas del sistema nervioso central y del sistema simpático y periférico; es en esta forma de intoxicación donde se ha descrito la coloración de las encías, al parecer por precipitación del metal en forma de carbonato, más raramente se ha descrito edema o retracción de la encía con dolor local de intensidad variable.

1.6 PLATA (Ag).

Generalidades.

La plata se encuentra distribuida en la corteza terrestre, en cantidades que se han calculado en 0.1 gr/tonelada. en menor cantidad en los suelos y plantas aunque algunas de éstas, como los hongos, la contienen en cantidades mayores. Se obtiene en forma de argentita (Ag_2S) en una gran cantidad de minas en el mundo.

Propiedades.

Es un metal blanco, lustroso, duro menos maleable y dúctil que el oro, su conductibilidad eléctrica y térmica es muy alta, resiste el ataque de la mayor parte de los ácidos orgánicos, pero se solubiliza en ácido sulfúrico caliente, a altas concentraciones, y en ácido nítrico en cualquier concentración.

Su peso atómico es de 107.80, punto de fusión $960.8^{\circ}C$, punto de ebullición $1950^{\circ}C$, T.L.V. para la plata metálica y sus compuestos, 0.01 mg/m^3 (U. S. A.).

Usos Industriales.

- a) En la manufactura de artículos de artesanía y joyería.
- b) En la aleación con el cobre para aumentar su dureza, con el aluminio en la manufactura de instrumentos científicos con el plomo para aumentar la resistencia a la corrosión por el ácido sulfúrico.
- c) En soldadura.

- d) En cojinetes de bolas para máquinas de aviación.
- e) En la manufactura de pipetas, válvulas.
- f) En la aplicación de películas metálicas, en cerámica.
- g) En fotografía.
- h) Como bactericida del agua, jugo de frutas, vinagre.

Efectos tóxicos de la plata.

La patología que la plata puede originar en los seres vivos se ha denominado Argiria o Argirosis, preferimos utilizar el primer nombre por considerarlo más adecuado. Existen 2 variedades: localizada y sistémica.

Argiria localizada; se observa en los artesanos que trabajan manualmente la plata, y a los que pequeñas partículas de la misma se impactan en la piel o en las mucosas, particularmente las conjuntivas; en la primera etapa, el metal se transforma en albuminato y en una segunda etapa en sulfuro, lo que da lugar a una coloración gris azulosa de los tejidos, sin signos inflamatorios agregados. Estos cambios de coloración son irreversibles, constituyendo un verdadero tatuaje, sin un significado patológico real, excepto los problemas que causan de tipo estético.

Argiria generalizada: de origen medicamentoso por la ingestión prolongada de sales de plata con fines terapéuticos, este tipo de padecimiento es muy raro en la actualidad; con algunas excepciones, se le ha encontrado en trabajadores que elaboran nitrato de plata, tal como lo reportaron en 1935 Harker y Hunter (11).

La coloración de la piel y de las mucosas es generalizada y se extiende a algunos órganos internos, de éstos, uno de los más importantes es el cristalino, que a semejanza de la -mercurialentis, la coloración de su cápsula anterior da lugar la llamado Argirialentis, signo de exposición e incremento - del metal en el organismo, pero que no repercute en la salud.

La tinción de los tejidos por los compuestos de plata, es irreversible y no se modifica con el tratamiento con agentes quelantes, por lo que se puede afirmar que no existe un tratamiento para la misma. Otros autores, sin embargo, han reportado que la pigmentación causada por la plata y sus compuestos, se puede eliminar espontáneamente; en el caso de la coloración temporal producida por la aplicación local de nitrato de plata, los mismos autores refieren que frotando cristales de yoduro de potasio sobre el área afectada, previamente humedecida, esta coloración tiende a desaparecer. (12).

1.7 ORO (Au).

Generalidades.

Se encuentra en estado libre. En las civilizaciones primitivas se utilizó para acuñar monedas, actualmente su uso primordial es para la joyería.

Propiedades.

Es un metal de color amarillo, con número atómico de 79 peso atómico 197, peso específico 19.32, punto de fusión 1063 °C, punto de ebullición 2600°C, el T.L.V. no establecido.

Efectos Tóxicos del Oro.

Los problemas de intoxicación por el oro y sus compuestos son muy raros y siempre secundarios a sus usos terapéuticos, particularmente en el tratamiento de la artritis.

En la intoxicación por estos compuestos se suele presentar exantema cutáneo, con erupción papulosa o exfoliativa grave, sabor metálico, lengua dolorosa y estomatitis específica, así como vómito y diarrea, puede haber complicaciones hepáticas y renales y en ocasiones Hipoplasia de la médula ósea.

Tratamiento.

Consiste en la suspensión del medicamento y en la utilización de un agente quelante, de preferencia el B.A.L.

1.8 ESTAÑO (Sn).

Generalidades.

La principal fuente de obtención del estaño es el mineral casiterita ó Sn O_2 ; se puede encontrar como trazos en la mayoría de los suelos y plantas, y algunos vegetales lo contienen en cantidades importantes.

No se sabe a ciencia cierta si juega algún papel esencial, pero se le encuentra presente en pequeñas cantidades en el organismo, las que se le han calculado para un adulto de 70Kg., en .352 g., que en general no se incrementan con la edad.

Propiedades.

Es un metal suave, blando, lustroso con un peso atómico de 118.7, punto de fusión 232°C , punto de ebullición 2260°C , T.L.V. para productos inorgánicos $2 \text{ mg}/\text{m}^3$, y para productos orgánicos $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (U.S.A.).

Usos Industriales.

a) En la manufactura de aleaciones plata-estaño, de gran resistencia a la corrosión y en la fabricación de aparatos eléctricos y pistones para maquinarias de combustión interna.

b) En aleaciones con zinc, níquel, plomo, cobre, etc.

c) En la fabricación de hojas delgadas de estaño, tubos colapsables y cierto tipo de tuberías.

d) En compuestos para opacificar esmaltes vítreos y reducir los efectos de agentes químicos.

e) Los compuestos orgánicos, como estabilizadores en plásticos y hules, como fungicidas, insecticidas y parasiticidas de aves de corral.

Efectos tóxicos del Estaño.

Cuando se igniere es estaño metálico nos da lugar a alteraciones orgánicas, cuando se inhala da origen a una neumocnosis benigna con imágenes radiológicas muy aparatosas, que se ha denominado Estanosis.

Las sales inorgánicas también son poco tóxicas no así las orgánicas que son muy irritantes y que, al ingerirse, dan lugar a alteraciones gastróintestinales severas y neurológicas, que pueden evolucionar con secuelas permanentes.

Se ha reportado que el estaño y sus compuestos son capaces de producir en la cavidad bucal, una coloración negro café, inespecífica.

1.9 ANTIMONIO (Sb).

Generalidades.

Se conoce su uso en la manufactura de loza doméstica desde hace más de 4,000 años; como elemento es muy escaso en la naturaleza, es más frecuente en forma de sulfuro (Sb_2S_3) que se obtiene de minas en China, México, Argel, Portugal y Francia. Otras fuentes de obtención son: la cervantita Sb_2O_3 . Sus óxidos son los compuestos más ampliamente usados en la industria.

Propiedades.

El antimonio metálico es de color blanco plateado, lustroso, matizado con azul; es más fuerte que el cobre, relativamente resistente a la corrosión por ácidos y pobre conductor de calor y electricidad. Su número atómico 51, peso atómico 121.76 punto de fusión $630^{\circ}C$ y punto de ebullición $1380^{\circ}C$, T.L.V. C.5 mg/m^3 (U.S.A.).

Usos Industriales.

a) Procesos metalúrgicos: en aleación con el plomo se utiliza en la fabricación de rejillas para baterías, fabricación de electrodos, etc.

b) En la industria del hule.

c) En la industria textil, el trióxido de antimonio se usa para la fabricación de telas para uniformes militares.

d) Como pigmento, en la elaboración de pinturas y barnices.

2) En la industria de la cerámica, los óxidos se usan para opacificar los esmaltes.

Efectos Tóxicos del Antimonio.

El Antimonio y sus compuestos se pueden absorber por cualquier vía, se distribuyen en todos los órganos, principalmente en el hígado, y se elimina por vía renal a través de la orina.

El incremento de los niveles de este metal en el organismo, como consecuencia de la exposición industrial, se presenta con irritabilidad, fatiga, migrañas, pérdida de peso y apetito así como alteraciones gastrointestinales; en casos más severos hay vómito y diarrea y calambres abdominales. Sobre la piel y mucosas es irritativo que algunos autores han atribuido a su contaminación por plomo o arsénico; se ha descrito gingivitis y coloración azul violácea de la encía, debido al antimonio o al plomo como contaminante.

1.10 VANADIO (V).

Generalidades.

Se encuentra en la naturaleza como vanadinita ($3\text{PbO} \cdot 3\text{V}_2\text{O}_5$) y patronita (V_2S_5), principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica, Perú, Rodesia, Venezuela, Golfo de México e Irán; en la corteza terrestre está ampliamente distribuido, así como en tierras, plantas y agua.

Propiedades.

El vanadio es un metal blanco que recuerda al antimonio a temperatura ordinaria no se afecta por el aire o el agua, pero cuando se calienta se combina energicamente con oxígeno y nitrógeno. Prácticamente no es atacado por los ácidos hidróclorhídrico y sulfúrico, pero se disuelve violentamente en ácido clorhídrico, nítrico o perclórico; su peso atómico - 50.95, punto de fusión 1735°C , punto de ebullición $3,000^\circ\text{C}$. T. L. V. para humos y polvos de pentóxido de vanadio (V_2O_5) respectivamente 0.5 y $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ (U.S.A.).

Usos Industriales.

- a) En la industria del acero para aumentar su dureza, su maleabilidad y resistencia a la fatiga.
- b) Como catalizador en la manufactura de anhídrido férrico y ácido sulfúrico.
- c) En la manufactura de tintas indelebles, pinturas y barnices.
- d) En insecticidas.
- e) En la industria fotográfica y del vidrio.

Metabolismo.

Al parecer el vanadio es un elemento que sí puede tener importancia biológica en los seres vivos, y se le encuentra en pequeñas cantidades en la leche de vaca, en los dientes del ser humano y en la sangre y dientes de diversos animales; se cree que por su gran capacidad oxidativa, puede ser un acrrador de oxígeno y fisiológicamente relacionado con la hematopoyesis, con el metabolismo del colesterol y en la forma ---ción de los dientes; Rygh (13) en 1949 y 1951, encontró que en animales de laboratorio reducía el número de dientes con caries y Geyer en 1953 (14) estableció que los iones de vanadio, presentes en el esmalte y la dentina, podrían aumentar la dureza de la hidroxiapatita, así como las cohesiones entre la materia orgánica e inorgánica. Por su parte, Lowater y Murray (15) establecieron que tanto la dentina como el esmalte pertenecían a las series de apatita y que el vanadio podría sustituir la molécula de esta última.

Efectos Tóxicos del Vanadio.

El uso terapéutico del Vanadio ha caído en desuso, por lo que la intoxicación de éste origen prácticamente no existe, la de origen industrial ocurre por inhalación o ingestión de compuestos del metal, que da lugar inicialmente a manifestaciones respiratorias, principalmente de vías altas, aun cuando es posible que se produzca bronquitis e incluso neumonitis; además hay náuseas, vómito y dolor abdominal, irritación de piel y mucosas, alteraciones nerviosas como depresión y temblor digitales, y síntomas cardiacos como palpitaciones y extrasístoles.

Alteraciones Bucles.

Se reporta como alteración característica de la intoxicación por vanadio, la presencia de una scloración negro verdosa, al parecer debida a la reducción del pentóxido a trióxido y a la formación de sales verdosas por la acción de la ptialina y de las bacterias de la boca. Esta coloración es reversible 2 o 3 días después de cesar la exposición, lo que ha hecho pensar a algunos autores, que no se trata propiamente de un depósito del metal (16).

Por su parte SJORBERG (17) piensa que este color es causado por la precipitación de hidróxido cuádrivalente de vanadio.

1.1 CROMO (Cr).

Generalidades.

El cromo se encuentra en la naturaleza como cromita en minas localizadas en la U.R.S.S., Turquía, Rodhesia y Sudáfrica; en pequeñas cantidades en los suelos y plantas, aún cuando no hay evidencia de que sea útil biológicamente para estas últimas.

Propiedades.

Es una metal de color gris o blanco azules, brillante, tiene 2,3,6 valencias; los compuestos bivalentes son muy inestables y por lo mismo, poco comerciales, no así los trivalentes y hexavalentes, que se usan ampliamente en la industria, los últimos son los que dan lugar a patología.

Su peso atómico es de 50.01, su punto de fusión 1860°C, punto de ebullición 2482°C, T.L.V. para cromo soluble: 0.5 mg/m³ y para ácidoocrómico y cromato: 0.1 mg/m³.

Usos Industriales.

a) En la aleación con níquel y molibdeno, para evitar la corrosión del acero y del hierro, con vanadio y molibdeno en la fabricación de piezas para matrices de jets y en unión de cobalto para formar la aleación conocida como estelita.

b) Para el cromado de piezas metálicas en procesos electro-líticos.

c) En la industria de la piel como curtidor.

d) En la preservación de maderas.

- e) En la industria fotográfica como sensibilizante.
- f) Como fijador de tinturas en la lana.
- g) Como pigmento de pinturas y tintas.
- h) En la preparación de cromatos.

Efectos Tóxicos del Cromo.

En sentido estricto no podemos referir una verdadera intoxicación por los compuestos de cromo, en particular los hexavalentes, porque sus efectos en el organismo son más bien debidos a irritación local y en algunos casos a fenómenos de hipersensibilidad, pero sin existir propiamente un proceso de tipo tóxico.

Las alteraciones producidas por estos compuestos, se conocen desde hace mucho tiempo y hay descripciones de ellas en 1827 por Cummings y posteriormente en 1865 por Pye (18).

1.- Efectos sobre la piel: las más características son las llamadas úlceras crónicas, que aparecen en los sitios donde los rocíos de cromo provenientes principalmente de las maniobras electríficas, se ponen en contacto con la piel de partes expuestas, sobre todo cuando existen pequeñas pérdidas de continuidad en el dorso de las manos, en los bordes de las uñas, etc. Las úlceras son redondas, de bordes bien definidos, "en sacabocado", fondo negrozco en donde se localizan los compuestos del metal, en general no son dolorosas, tienden a la cronicidad y se pueden complicar con infecciones locales causadas por los gérmenes habituales de la piel.

Otras lesiones dermatológicas son las debidas a sus efectos sensibilizantes que se manifiestan como eccemas de

contacto, en estos casos, resultan de utilidad para el diagnóstico, las llamadas "pruebas de parche" que son positivas a los compuestos del cromo, no deviendo olvidar, sin embargo que la positividad de esta prueba se puede deber a la presencia del metal en otros elementos no laborales, como las correas para reloj, pulseras cromadas, etc.

2.- Efectos en la mucosa nasal: por un mecanismo de producción similar al de las úlceras crónicas en piel, los rocíos que llevan los compuestos hexavalentes de cromo al ponerse en contacto con la mucosa del septum nasal, originan inicialmente fenómenos de tipo inflamatorio con pérdida de las vibras y finalmente, por lesión de los vasos sanguíneos, el tabique se perfora en su porción cartilaginosa; éste fenómeno es por lo general asintomático, aún cuando en raras ocasiones se refiere epistaxis y más raramente anosmia.

3.- Alteraciones en la Laringe: se refiere a inflamación y ulceración de la laringe, aunque en menor proporción que las alteraciones cutáneas y del tabique nasal.

4.- Efectos sobre el Pulmón: actualmente en controversia, se menciona que la exposición a los compuestos de cromo durante muchos años, puede dar origen a carcinoma broncogénico. El hecho ha sido definido y negado por diversos autores, sin embargo, debe tenerse en cuenta para realizar investigaciones futuras.

5.- Alteraciones Bucales: cuando los rocíos de compuestos hexavalentes de cromo se ponen en contacto con la mucosa bucal, originan lesiones similares a las descritas en la piel, severas en algunos casos, pueden llevar a la necrosis alveolar y aflojamiento y exfoliación de los dientes.

1.12 NIQUEL (Ni).

Generalidades.

Los principales depósitos de níquel, en forma de sulfuros, se localiza en Ontario, Canadá; otras formas son las calcopiritas, pirrotita, pentlandita, etc. Está ampliamente distribuido en suelos y plantas, en mayor concentración que el cobalto, aún cuando no se le ha encontrado utilidad biológica en la nutrición de estas últimas.

Propiedades.

Es un metal blanco plateado, con peso atómico 58.69, punto de fusión 1445°C y punto de ebullición de 2900°C , T.L. V. para compuestos insolubles de níquel $1\text{mg}/\text{m}^3$, para compuestos solubles $0\text{ mg}/\text{m}^3$, para sus sales solubles $0.1\text{ mg}/\text{m}^3$, y para el carbonilo de níquel $0.007\text{ mg}/\text{m}^3$ (U.S.A.).

El carbonilo de níquel es un líquido incoloro, inestable, que se descompone rápidamente en presencia del aire a la temperatura ambiental y puede llegar a producir intoxicaciones muy severas.

Usos Industriales.

a) En aleación con cobre, manganeso, zinc, cromo, hierro, acero, molibdeno, etc.

b) En la manufactura del acero para evitar la corrosión y aumentar la resistencia al calor.

c) En la acuñación de monedas.

d) En la producción de cerámicas y vasos.

e) En la fabricación de acumuladores de níquel-cadmio.

Metabolismo.

Se considera que con la dieta diaria, un adulto ingiere diariamente de 0.3 a 0.5 mg. de níquel, siendo su principal fuente de ingreso en el organismo los vegetales verdes. Se le encuentra en la sangre en concentraciones de 3 mcg/100 g. y en orina de 0.76 a 1.1 mcg/1, de acuerdo con Mastromatteo (19) no se le encuentra en el hígado, pero sí en los pulmones; se considera que se distribuye rápidamente en el organismo y de la misma manera se elimina por la orina y las heces, algunos autores han sugerido que el níquel es un cofactor de la insulina.

El metabolismo del carbonilo de níquel fue estudiado por Sunderman y colaboradores(20), quienes utilizaron el metal marcado, el resultado del estudio indica que los vapores de este compuesto cruzan la pared alveolar e inhiben ciertas enzimas de los pulmones y del hígado y se piensa que pueden inhibir también la producción de RNA.

Efectos Tóxicos del Níquel.

No se ha podido demostrar que las sales de níquel causen alteraciones sistémicas, pueden sin embargo, producir dermatosis de tipo alérgico, y por un mecanismo similar, la producción de estomatitis y gingivitis hemorrágicas moderadas.

Otros Efectos atribuidos al Níquel.

Como en el caso de otros metales, se le ha relacionado con la producción de carcinoma broncogénico principalmente, y menos frecuentemente de cáncer nasal; como en los otros casos hay grandes discrepancias al respecto, algunos autores mencionan que el efecto carcinogénico más que al metal se debe a la presencia de impurezas de arsénico.

1.13 TALIO (Tl).

Generalidades.

El talio fué descubierto por Crookes en 1861, existe en forma natural en los minerales como crookesita ($Tl Cu Ag$)₂ Se, lorandita $Tl As S_2$ y orbaita ($Tl As_2 Sb S_5$).

Su principal fuente de obtención es como una impureza de las piritas.

Propiedades.

Es un metal gris plateado, suave y maleable como el plomo. Su peso atómico es de 204.39, su punto de fusión $303.5^{\circ}C$ y su punto de ebullición $1470^{\circ}C$; T.I.V. para los compuestos solubles de talio, $0.1 mg/m^3$ (U.S.A.).

Usos Industriales.

- a) Como rodenticida e insecticida.
- b) En la manufactura de lentes ópticos y en la preparación de joyería de imitación.
- c) En la aleación con acero y plata.
- d) En la fabricación de pigmentos y tintas.
- e) En la fabricación de fuegos artificiales.
- f) Adicionado al mercurio para fabricar termómetros para medir bajas temperaturas.
- g) Como catalizador de algunas reacciones orgánicas.

h) Como depilador.

i) De importancia para este trabajo es la utilización del talio en aleaciones dentales.

Efectos Tóxicos del Talio.

Intoxicaciones de origen no industrial; representan la mayor parte de los casos y pueden llegar a ser tan severas que lleven a la muerte. Actualmente en desuso, hasta hace pocos años la principal fuente de intoxicación era el uso medicinal de las sales de talio, para provocar depilación - previa al tratamiento de algunas dermatosis, como la tiña de la cabeza. En el momento actual la causa más frecuente es su ingestión accidental o con fines suicidas.

Clinicamente el cuadro se caracteriza por gastroenteritis severa con vómito, cólico, diarrea y alteraciones nerviosas, como desorientación, convulsiones, movimientos coreiformes y neuritis periférica. En los casos de muerte, a la autopsia se observa infiltración y necrosis de hígado, nefritis, inflamación difusa severa gastrointestinal, edema pulmonar, cambios degenerativos y hemorrágicos de las cápsulas suprarrenales, cambios degenerativos en el axón de los nervios periféricos en el Sistema Nervioso Central.

La intoxicación Subaguda o crónica se caracteriza por polineuropatía, caída de pelo y alteraciones bucales.

La polineuropatía es difusa, en ella predominan las alteraciones sensitivas sobre las motoras, y en algunos casos se pueden afectar los pares craneales. La lesión más característica y que sirve de base para el diagnóstico clínico

de esta intoxicación, es la alopecia, que se inicia entre el 1^o y el 15^o día después de la ingestión del metal, afecta al pelo de todo el cuerpo, por lo que la depilación puede ser total, respetándose las pestañas y tercios internos de las cejas; en la cabeza el cabello se desprende fácilmente, al principio en la zona occipital y temporal y después en la convexidad superior; puede existir además hiperhidrosis, queratosis, y trastornos ungueales, debido a la afinidad del talio por los grupos -SH de la piel y funeras.

Alteraciones Bucuales.

La exposición crónica al metal origina estomatitis y siglorrea, hay hipertrofia y coloración rojo púrpura en las encías. En las intoxicaciones severas, los dientes suelen sufrir caries y desprenderse en forma espontánea, aproximadamente a la 4a. semana de sufrida la intoxicación.

Intoxicación de origen Industrial.

Es rara, pero existe el riesgo potencial a sufrirla, en la mayor parte de los casos se presenta en forma subaguda o crónica con ataque al estado general, dolor de los miembros y depilación, rara vez hay alteraciones neurológicas.

2. METALOIDES.

2.1 SELENIO (Se).

Generalidades.

Es un metaloide descubierto en 1917 por Berzeleus y Gahn, su nombre deriva de la palabra griega selene, que significa luna por creer que éste era su origen, así como el telurio (tierra) era de origen terrestre. Se encuentra ampliamente distribuido en las rocas de formaciones cratóceas en América, particularmente en México, en material volcánico, y en Canadá y Dakota del Norte en forma de varios selenidos metálicos.

Propiedades.

Es un metaloide sólido, gris, con un peso atómico de 78.96 punto de fusión 220°C , punto de ebullición 2600°C , T.L.V. de 0.2 mg/m^3 (U.S.A.).

Usos Industriales.

a) En la manufactura de instrumentos rectificadores para el cambio de corriente alterna y directa, para cubrir acero y cobre, a fin de aumentar su resistencia a la corrosión.

b) En la producción de baterías.

c) En la industria fotográfica.

d) Como pigmento en pinturas y tintas.

e) En la industria del hule.

f) En la vulcanización.

g) Como catalizador en la manufactura de ácido nicotínico.

h) En la manufactura de células fotoeléctricas.

i) En insecticidas.

j) Como disolvente y plastificante en su forma de oxocloruro de selenio.

Metabolismo.

Se ha demostrado que este metaloide es esencial en el metabolismo de los animales, en procesos enzimáticos en relación con el crecimiento.

Se absorbe rápida y eficientemente por el tracto gastrointestinal y por inhalación, siendo esta la vía más importante en la intoxicación industrial; por la piel se absorbe muy pobremente. Se le ha encontrado en el hígado, riñones, bazo, páncreas, corazón y pulmones.

En animales de experimentación se ha demostrado que atraviesa la llamada barrera placentaria, y así, Hadjizarkos (21) encontró que el contenido en los dientes primarios de los niños, en contraste con el flúor, contiene una cantidad mucho mayor de selenio que los dientes permanentes.

Efectos Tóxicos del Selenio.

La mayor parte de los casos de intoxicación por este metaloide, son de origen industrial, aún cuando se ha reportado también, casos de origen no industrial. El contacto directo del selenio con la piel, origina verdaderas quemaduras y en los casos menos severos, dermatitis de tipo ulceroso y folicu

litis, efectos similares pueden producirse también en las mucosas oculares y bucal, alteraciones que se presentan casi siempre en forma aguda, aún cuando en trabajadores de refinerías de cobre, algunos autores han descrito una forma crónica del padecimiento, a la que denominan Selenosis, caracterizada por trastornos respiratorios y digestivos y un aliento con olor a ajo, lo que se ha atribuido a la formación de metilselenio, sin embargo, algunos autores piensan que se debe a la contaminación por telurio que por sí sola da este tipo de olor.

Tratamiento.

Esencialmente a base de BAL.

2.2 ARSENICO (As).

Generalidades.

La palabra arsénico quiere decir "potente". El arsénico es conocido como agente terapéutico, cuando menos desde el año 400 A.C. Hipócrates menciona que nunca debería dejarse en manos de la población en general y que el médico lo podría utilizar como remedio para las úlceras y otras afecciones similares de la piel. Sus compuestos inorgánicos se usaron durante muchos años, como licor de Fowler, para el tratamiento de algunas formas de anemia, ciertas dermatosis y como tratamiento del cáncer; sus compuestos orgánicos, hasta hace pocos años se utilizaban en el tratamiento de la sífilis, cuando se introdujeron los antibióticos, cayeron en desuso. En la Edad Media fué el veneno que más se utilizó con fines criminales.

Propiedades.

El arsénico se encuentra presente en todas las tierras y en minas localizadas principalmente en Canadá y Suecia; en general se obtiene como un subproducto en las minas de cobre, plomo, zinc, oro, etc.

En su forma estable, brillante el arsénico es un metaloi de gris metálico, cristalino y tiene 2 formas alotrópicas conocidas como arsénico amarillo y negro respectivamente, forma 3 diferentes óxidos: el trióxido As_2O_3 (el más abundante desde el punto de vista comercial), el Pentóxido As_2O_5 (que se le emplea en la elaboración de insecticidas) y el tetróxido As_2O_4 . Su número atómico es 18, peso atómico 74.91, T.L.V. - para el arsénico y sus compuestos 0.5 mg/m^3 (U.S.A.); para la arcina (AsH_3) 0.2 mg/m^3 (U.S.A.).

En el arsénico como en otros metales, debemos distinguir los compuestos inorgánicos y los orgánicos, ya que la patología a que dan lugar, es diferente.

Usos Industriales.

a) En la manufactura de insecticidas, herbicidas, fungicidas (generalmente en la forma de arsenita de potasio), y como preservativo de la madera.

b) En la manufactura de esmaltes y en las aleaciones con otros metales, a fin de aumentar su dureza y resistencia al calor.

c) En la manufactura de compuestos arsenicales orgánicos con fines terapéuticos.

Metabolismo.

Hasta donde se sabe, el arsénico como el plomo, no es un elemento esencial en el metabolismo humano, sin embargo, se le encuentra en el mismo debido a su amplia distribución en la naturaleza, los seres vivos constantemente están introduciendo pequeñas cantidades del mismo a su organismo, en donde se distribuye en los tejidos, principalmente en el hígado, vísceras abdominales, huesos, piel y particularmente en uñas, en donde se le puede encontrar muchos meses y aún años, después de que ha desaparecido en orina y heces. Uno de los hechos más importantes que se deben tener en cuenta para explicar la naturaleza de los efectos patológicos de este metaloide, es su gran afinidad por los grupos -SH, en particular de la queratina de la piel y sus faneras.

La Excreción se hace principalmente por vía renal y en menor cantidad por las heces.

Efectos Tóxicos del Arsénico.

Los efectos tóxicos del arsénico varían según se trate de sus compuestos orgánicos o inorgánicos, el arsénico puro se considera como no tóxico.

Intoxicación por compuestos inorgánicos de arsénico:

1.- Intoxicación Aguda: estos compuestos actúan como irritantes del tracto gastrointestinal, dando lugar a una gastroenteritis severa con ataque grave al estado general. Por este mismo efecto, se puede presentar gingivostomatitis aguda de tipo hemorrágico, periodontitis y sabor metálico.

La parte del arsénico que logra ser absorbida, puede ejercer efectos tóxicos proxiamente dichos al actuar sobre hígado, corazón y sistema nervioso central, aunque esto es más bien raro.

2.-Intoxicación Crónica: es la forma más común y sus manifestaciones se presentan en 3 fases:

1a. Fase.- Es poco característica, se presenta debilidad, pérdida del apetito, náusea, vómito y diarrea ocasionales.

2a. Fase.- Se observan manifestaciones irritativas de conjuntivas y vías respiratorias altas, pudiendo llegar hasta bronquios, no siendo rara la perforación del tabique nasal; aparecen manifestaciones en la piel en forma de eccema o lo que es más frecuente de lesiones papulares que al despegarse dejan pequeñas manchas blancas que se han comparado a gotas de agua. En esta segunda etapa el arsénico puede originar daño hepático severo.

3a. Fase.- se caracteriza por polineuropatía difusa, querato-conjuntivitis, y por la afinidad de este metal a los grupos sulfhidrilos (-SH), abundantes en la queratina de la piel, se produce hiperqueratosis palmo-plantar.

En la boca no existe un signo característico, excepto los derivados de su acción irritante, pero se han reportado alteraciones en la sensibilidad de la lengua y en algunos casos se han encontrado lesiones de tipo ulceroso. Durante algún tiempo el trióxido de arsénico se utilizó para desvitalizar la pulpa dental, pero su salida por el ápice del diente era capaz de producir una necrosis ósea. Afortunadamente esta práctica ha cedido en desuso.

Como en el caso de algunos metales y metaloides, se ha relacionado el arsénico con la producción de cáncer, particularmente de tipo broncogénico y cutáneo sobre las alteraciones pre-existentes (hiperqueratosis).

Un compuesto particularmente agresivo es la arsina o hidrógeno arsenioso (AsH_3) que da origen a intoxicaciones agudas muy severas, y producción de anemia hemolítica con insuficiencia renal aguda hemoglobinúrica subsecuente, que puede llevar a la muerte; por las características de ésta intoxicación no se da lugar a alteraciones bucales propiamente dichas.

2.3 TELURIO (Te).

Generalidades.

Se le puede encontrar en su forma libre, pero con mayor frecuencia asociado a otros elementos, como silvanita (AgAu) Te₂, telurio negro (Au Pb₂Te), hesita Ag₂Te y tetradinita Bi₂ Te₃.

Propiedades.

Presenta una analogía química con el selenio, es un metaloide blanco plateado de lustre metálico, y mal conductor de la electricidad y del calor, su peso atómico es de 127.61, su punto de fusión 450°C, punto de ebullición 1390°C y F.L.V. .01 mg/m³ (U.S.A.).

Usos Industriales.

- a) En la industria del hierro como estabilizador.
- b) En aleaciones con el plomo, cobre, acero, para aumentar la resistencia a la corrosión.
- c) En la industria del hule.
- d) En la industria química como catalizador.
- e) En procedimientos bacteriológicos con fines diagnósticos.
- f) En la industria de la refrigeración.

Efectos Tóxicos del Telurio.

No industrial.- actualmete rara, ya que el telurio dejó de utilizarse como medicamento contra la sífilis. En algunos otros casos, más raros aún, la ingestión accidental de estas sales pueda dar origen a metahemoglobinemia y alteraciones hepatorreñales que pueden ser fatales.

Intoxicación Industrial.- en algunos casos la absorción de compuestos de leturio por los trabajadores, origina el olor a ajo característico y en los casos de intoxicación verdadera, a nivel bucal, hay sequedad de la mucosa, sabor metálico y aliento a ajo, además hay anorexia, disminución de la sudoración, sequedad de la piel y alteraciones en el sistema nervios, caracterizadas por depresión y somnolencia.

TRATAMIENTO DE LA INTOXICACION POR METALES Y
METALOIDES.

A excepción de algunos compuestos del arsénico, se utilizan varios agentes químicos llamados quelantes, nombre propuesto por Morgan y Drew (22), al comparar la acción de estos medicamentos con las pinzas de un cangrejo al cerrarse sobre su presa.

Estos agente químicos se caracterizan porque en su molécula poseen uno o más átomos de nitrógeno, oxígeno o azufre, a los que se les llama ligandos y que tienen la propiedad de unirse con un ión metálico donando una parte de electrones, por lo que la unión de tipo covalente resulta muy fuerte. El complejo químico formado por los ligandos y el ión metálico, con uno o varios anillos, es muy estable, hidrosoluble y fácilmente eliminable por la orina; a este producto se le llama quelato y a todo el fenómeno descrito, quelación.

Existen varios agentes quelantes para el tratamiento de estas intoxicaciones, pero en nuestro medio tenemos experiencia con dos de ellos, que en general han resultado útiles: el E.D.T.A. Ca Na_2 ó Versenato y D. Penicilamina, que describiremos brevemente.

El E.D.T.A. Ca Na_2 (ácido etilendiamino tetra acético cálcico disódico), se conoce comúnmente como Versenato. Sus ligandos son Nitrógeno y Oxígeno, al ser introducido en el organismo, intercambia su ión cálcico por un ión metálico, es muy estable, y al eliminarse por la orina, lleva consigo el metal causante de la intoxicación.

Este agente quelante se administra por vía parenteral;

ya que por vía bucal no se absorbe en forma adecuada y en de terminados casos incluso, puede llegar a ser peligrosa, tal como sucede en niños que, por el fenómeno de PICA, han ingerido compuestos de plomo, que se mantienen durante períodos variables de tiempo en el intestino, y que al administrar el quelante por vía bucal, se facilita su absorción masiva por esta vía, pudiendo presentarse como consecuencia la intoxicación. Cuando se utiliza la primera de las vías referidas, - preferentemente la intravenosa, el medicamento se absorbe en un 100%, y se elimina de la misma manera en 24 horas, aproximadamente, por lo que no existe problema de acumulación.

Durante mucho tiempo se preconizó el uso de versenate a dosis altas, de 1 hasta 5 gr. al día, cantidad que por estudios en clínicas y experimentos de laboratorio, se ha demostrado la posibilidad de originar daño renal, lo que no sucede a dosis bajas, en el momento actual se administra 1 mg. por Kg. de peso por día (23), con resultados terapéuticos satisfactorios, sin el peligro de daño renal.

D. Penicilamina.- es la dimetil-cisteína, y se obtiene por hidrólisis de la penicilina, con la que conserva relación en su estructura molecular. Sus ligandos son Nitrógeno y azufre, el quelato más estable se forma cuando el ión metálico se une a dos moléculas de D. Penicilamina.

La D. Penicilamina, cuyo efecto quelante no tiene lugar a dudas, sobre bases más bien empíricas, se ha utilizado en el tratamiento de diversas enfermedades de la colágena, por su relación estructural con la penicilina, se han descrito - como efectos secundarios a su administración, diversas manifestaciones de tipo alérgico en pacientes sensibles a la prmera; se reportan también alteraciones renales del tipo del

síndrome nefrótico, hemorragias retinianas y un efecto anti-vitamina B-6, manifestado clínicamente por polineuropatías que ceden a la administración de esta vitamina. La dosis habitual de este fármaco es de 25-50 mg. por Kg. de peso por día, por vía bucal.

Otros Agentes Quelantes.

Sólomente los mencionamos ya que en el momento actual no se obtienen en nuestro país, y han sido utilizados por algunos autores en el extranjero, para el tratamiento de este tipo de intoxicaciones.

Dimercaprol o B.A.I. (British antilewisita), que se sintetizó inicialmente para combatir los efectos del gas de guerra Lewisita, que en su fórmula contiene arsénico, y ha resultado de utilidad para el tratamiento de esta intoxicación y la de otros metales pesados.

Deferoxamina; es un agente quelante que tiene una gran afinidad por el ión hierro, y menos por otros metales, por lo que se le ha utilizado con gran éxito en la intoxicación aguda, y en la hemosiderosis.

En el caso particular del arsénico y sus compuestos, - los agentes mencionados son de utilidad, excepto en la intoxicación por la arsina, en la que el tratamiento va dirigido hacia la hemólisis que produce y que por no tener relación directa con este trabajo, sólomente se menciona.

3. NO METALES.

3.1 HALOGENOS.

En este capítulo, nos referimos únicamente a los efectos que uno de los elementos de este grupo, el flúor, produce en el hombre. Los compuestos derivados del resto de los halógenos y del propio flúor, se refieren en la parte correspondiente a vapores irritantes.

FLUOR (F).

Generalidades.

No existe en forma libre, se encuentra combinado con algunos minerales, tales como: fluorita o espatoflúor (CaF_2), criolita, fosforita y apatita.

Los yacimientos más importantes se encuentran en Estados Unidos de América, en Inglaterra, España y en México, - en los Estados de Guanajuato, Guerrero, San Luis Potosí y Zacatecas.

En organismos animales se encuentra en pequeñas cantidades en los tejidos cerebrales, en sangre, huesos y esmalte dentario.

Propiedades.

El flúor en condiciones normales de presión y temperatura se encuentra en estado gaseoso, es de color amarillo - pálido y fuerte olor irritante. Su número atómico 9, se peso atómico 19, punto de ebullición -187.9°C y punto de fusión -223°C . T.L.V. 2 mg/m^3 (U.S.A.); aquí vale la pena angustiar los valores aceptados en otros países por ser mucho me-

nores a los señalados, así por ejemplo, en Alemania y Suiza se aceptan 0.2 mg/m^3 , es decir 10 veces menos que los aceptados en Estados Unidos; para los fluoruros como F. en las 3 países mencionados se acepta por igual T.L.V. de 2.5 mg/m^3 .

Usos Industriales.

El ácido fluorhídrico se emplea como corrosivo del vidrio y para esmalteado de lámparas, coloración de sedas, limpieza de grafito y petróleo; otros compuestos para barnizar y conservar la madera, impermeabilizar el cemento, blanqueo de ropa en lavanderías, preparación de piedras preciosas sintéticas, soldadura eléctrica, etc. La fluorita se emplea en grandes cantidades en las fábricas de acero, como fluidificante y en menor cantidad en la industria química, para la preparación del ácido fluorhídrico. Algunos fluoruros y fluosilicatos, particularmente los solubles, como el sódico, potásico, etc., se emplean como raticidas, insecticidas o fungicidas.

Efectos Tóxicos del Flúor.

El flúor y sus compuestos ingresan al organismo principalmente por vía digestiva y respiratoria, y se elimina por vía renal y mucho menos por la saliva, intestino y sudor.

Se sabe que actúan como venenos celulares al interferir en la actividad de numerosas enzimas como oxidasas, catalasas, deshidrogenasa succínica y deshidrogenasa cetoglútarica, el halógeno interviene también en el metabolismo del calcio. A concentraciones relativamente altas es capaz de originar inflamación y necrosis en los sitios de contacto, particularmente en las vías respiratorias (neumonitis química y/o edema pulmonar) o cuando son ingeridos, en el apa-

rato digestivo con estomatitis aguda con sialorrea abundante. Para un adulto de 70 Kg. se estima que la ingestión de 5 a 10 gr. de alguno de los compuestos de flúor, casi siempre el fluoruro sódico, es capaz de producir la muerte, efecto que se logra en niños a dosis de 0.7 a 1.5 gr. Más que las manifestaciones agudas tiene particular interés para nosotros las que derivan de la intoxicación crónica, comúnmente conocidas como Fluorosis.

Fluorosis: puede tener 3 orígenes: Hídrico, Vínico e Industrial; la primera puede resultar de la ingestión de agua proveniente de fuentes ricas en flúor, por lo que se ven casos de fluorosis en gran parte de la población de los lugares donde existen estas características, como por ejemplo el estado de Durango en México, o bien, como resultado de agregar este halógeno al agua potable en cantidades que rebasen los límites permitidos, maniobra utilizada para la prevención de caries en grandes poblaciones; en algunas comunidades alcanza niveles muy elevados, hasta de 8 partes por millón. La Vínica, frecuente en algunos países de Europa, resulta de la ingestión crónica de vinos a los que se agregan compuestos de flúor, como "antifermento". La forma industrial se observa en trabajadores expuestos a fluorita.

Se ha calculado que es necesario introducir al organismo más de 6mg. diarios de flúor durante un tiempo prolongado, para dar origen a la fluorosis.

Quadro Clínico.

En la fluorosis las manifestaciones clínicas se refieren esencialmente a las alteraciones en los dientes y en los huesos; así como otras alteraciones en diversos aparatos y sistemas.

a) Anomalías Dentarias: El esmalte pierde su brillo normal, adquiere manchas pardas u oscuras a las que se unen las bandas producidas por depósitos de una sustancia pigmentiforme en los defectos del esmalte. La tinción varía entre una nubosidad difusa hasta manchas o puntado blanco, líneas marrón amarillas y en casos extremos, manchas marrón negras, mal definidas. El esmalte próximo a las zonas decoloradas tiene sus características normales, lo habitual es que el veteado blanco lechoso pase al amarillo pardo; el veteado se localiza principalmente en la superficie labial de los dientes y se debe a que el esmalte poco calcificado, inmaduro, deja paso al pigmento oscuro denominado "Braunina", en donde la primera dentición no se afecta, ya que el flúor pasa al feto en mínimas cantidades y la leche apenas lo contiene; para que la dentadura permanente presente el veteado, es preciso que el niño resida en las zonas endémicas o que inicie el contacto con el halógeno antes de los 16 años. El veteado inicial es blanco, y de ahí va cambiando a los diferentes colores señalados. Algunos autores afirman que los dientes alterados por el flúor ceden con facilidad, asimismo se ha visto que estos dientes son muy resistentes a la caries, por lo que se piensa que el flúor perturba la acción enzimática de las bacterias, inhibiendo la formación de ácidos, capaces de disolver el esmalte, lo que ha dado lugar a su uso en la prevención de esta patología; en los molares y premolares se han observado cúspides con calcificación incompleta. La verdadera hipoplasia del esmalte es rara y cuando existe, se visualiza con fosas pequeñas, irregulares, profundas, de color marrón oscuro.

b) Anomalías Oseas: El flúor produce inicialmente irritación sobre los osteoblastos, tanto en las láminas óseas del endostio, como en la capa germinativa de la superficie del periostio. Se han descrito 4 principales tipos de alteraciones:

1.- Lesiones óseas del endostio que pueden ser condensantes (osteosclerosis y osteopetrosis), rarefacientes (osteoporosis y osteomalacia) o mixtas.

2.- Lesiones del periostio como la periostitis deformante que a veces simula tumores óseos.

3.- Osteofitosis invasora en osteofitos en los tendones, membranas y músculos de inserción ósea.

Lesiones articulares de tipo degenerativo en diferentes articulaciones.

c) Alteraciones en otros Aparatos y Sistemas: se han descrito alteraciones en el sistema nervioso periférico, resultantes casi siempre de la compresión que sobre éstos nervios ejercen las deformaciones óseas; en la variedad vónica de la fluorosis se han reportado alteraciones centrales y en la esfera psicológica, debidas más a la acción del alcohol etílico que a la del flúor.

Además de las lesiones mencionadas en los dientes, en ocasiones puede presentarse una estomatitis ulcerosa y gastritis por la formación de ácido fluorhídrico, a partir del flúor inhalado o ingerido; finalmente se han reportado algunas alteraciones hemáticas secundarias a la ocupación medular en los casos avanzados con síntomas generales severos que pueden llegar a la coquexia.

Tratamiento.

En la fluorosis no existe un tratamiento específico y las alteraciones óseas y dentarias tienden a ser definitivas, de ahí que lo único positivo es la prevención por métodos de higiene industrial adecuados.

Las tentativas de eliminar las manchas pardas de los dientes veteados mediante blanqueamiento, tuvieron un cierto grado de éxito, pero la pigmentación tiende a retornar gradualmente.

En los casos de fluorosis hídrica, dado que el problema se establece por las altas concentraciones del halógeno en el agua de consumo normal, no existe manera de prevenir la fluorosis, excepto evitando su ingestión, en los casos de que éste se agrega al agua potable para la prevención de la caries, la cantidad debe ser la adecuada para tal propósito (una parte por millón). Finalmente la fluorosis vívica se previene utilizando otros "antifermentos" en lugar del flúor.

Uno de los compuestos del halógeno al que se ha relacionado con alteraciones dentarias y óseas, es la llamada criolita, fluoruro sódico aluminico, que contiene cuando menos 54% de flúor y que se encuentra mezclada en forma natural con el cuarzo; en este caso tales alteraciones corresponden, sin lugar a dudas a la fluorosis ya mencionada; agregaríamos solamente la importancia que tiene en estos casos, por su unión al cuarzo, la posibilidad de que, además de las alteraciones referidas, se puede presentar neumoconiosis (Silicosis), por la sílice del último.

3.3 VAPORES IRRITANTES.

En el momento actual no existe una clasificación satisfactoria para los agentes químicos presentes en el ambiente, capaces de dañar al hombre; se han intentado varias desde el punto de vista físico, químico y fisiológico; en esta última, la propuesta por Henderson y Haggard (24) es la que más se acepta. Estos autores dividen a los productos químicos en 5 grandes grupos: irritantes, asfixiantes, anestésicos, narcóticos y tóxicos sistémicos. Dentro de esta clasificación nos vamos a referir al primer grupo, ya que bajo determinadas circunstancias, son capaces de originar alteraciones bucales importantes; su número es muy grande y en general los podemos subclasificar en vapores de ácidos y álcalis, muchos de los primeros derivados de los halógenos (ácido clorhídrico, yodhídrico, bromhídrico, fluorhídrico), o bien de otro origen (ácido nítrico, sulfúrico, cítrico, etc.), hay además gas derivados del amoníaco, el dióxido de azufre, el dióxido y per óxido de nitrógeno, etc., todos ellos ampliamente utilizados o producidos en la industria.

El mecanismo como estos agentes actúan es por acción química directa sobre la piel y mucosas, al convertir algunos de sus proteínas tisulares en proteínas ácidas, que dan origen a lesiones irritativas de severidad variable.

Merecen especial atención las alteraciones que estos vapores son capaces de originar en una de las estructuras bucales más resistentes, los dientes. La lesión más característica es la pérdida de la corona de los incisivos inferiores y el borde incisal de los superiores, los caninos raramente se afectan (25); la erosión se inicia habitualmente en el tercio incisal de estos dientes y se extiende hacia su superficie labial, el esmalte se destruye y cuando esto sucede, la dentina

se ve atacada y la cámara pulpar se retrae. En general, el proceso es indoloro a menos que la erosión sea muy rápida y se presente invasión bacteriana de la cámara pulpar, con formación de un absceso que complicaría el proceso, que como hemos visto, difiere totalmente de la caries en su mecanismo de producción, el grado de erosión alcanzado está en relación directa con el tiempo de exposición a los vapores eritantes.

Tratamiento.

Desde el punto de vista odontológico, las alteraciones originadas por estos agentes son irreversibles, su tratamiento hasta hace poco tiempo consistía en cubrir los dientes afectados con prótesis del tipo corona farda, actualmente las lesiones se restauran a base de compuestos de resinas.

3.2 FOSFORO (P).

Generalidades.

No se encuentra libre en la naturaleza, se distribuye ampliamente en rocas y suelos, generalmente como fosfatos; se considera como elemento fundamental en la materia viva, en el organismo se deposita principalmente en huesos y - dientes.

Propiedades.

El fósforo elemental tiene dos formas alotrópicas: - blanca y roja.

Fósforo Blanco: peso atómico, 30.98, punto de fusión 44.1°C , punto de ebullición 280°C , T.I.V. no se ha establecido. Es muy tóxico y se inflama espontáneamente.

Fósforo Rojo: punto de fusión de 593°C , punto de ebullición, 1431°C , no es tóxico y se inflama a 260°C . Se usa principalmente como fertilizante.

Efectos Tóxicos del Fósforo.

Esta intoxicación en el momento actual tiene interés - histórico más que real, ya que el fósforo blanco, causante de la misma, fue substituido hace muchos años por el fósforo que no es nocivo para la salud.

Las dosis letales del fósforo blanco para el adulto es de 0.05 a 0.1 gr. y de 0.02 a 0.05 gr. en el niño; una vez - que se introduce en el organismo, se une a proteínas para formar compuestos relativamente inestables que se eliminan lentamente.

mente por la orina, heces y sudor. La actividad del fósforo es compleja y origina alteraciones en el metabolismo celular, dificulta la hemostasia y lesiona la pared de los capilares, dando lugar a trastornos en la circulación, responsables de algunas de las principales manifestaciones de la intoxicación; otros efectos discretos son la degeneración grasa de las células hepáticas y de las fibras musculares y cardíacas. La intoxicación puede ser aguda o crónica.

En la primera se observan manifestaciones por irritación gastro-intestinal y después de un período de calma aparente de 2 o 3 días de duración, aparece necrosis tubular renal que en algunos casos evoluciona hacia la muerte. Las complicaciones bucales no son raras, por inflamación y necrosis de sus tejidos, clínicamente se observan ulceraciones y pérdida de piezas dentarias. En la intoxicación crónica, lo más característico es la necrosis ósea que afecta principalmente al maxilar inferior y que origina secuelas permanentes.

VI.- RESULTADOS.

Se revisó la literatura especializada y como un ejemplo de los efectos que los agentes químicos pueden originar en la cavidad bucal, se estudiaron a 60 trabajadores - expuestos en sus labores a compuestos inorgánicos de plomo.

La literatura revisada pone de manifiesto que este tipo de patología bucal se conoce, aunque en forma no sistematizada desde hace mucho tiempo, algunas de las descripciones son magistrales y vigentes en el momento actual, no obstante el tiempo transcurrido.

DEL estudio de pacientes expuestos a los compuestos - inorgánicos de plomo, en la página no. 34 de este trabajo, se discuten los resultados encontrados, los cuales están acordes de los reportes de la literatura respectiva.

En el intento de sistematizar esta patología, establecimos que la manera más adecuada de hacerlo era clasificando estos compuestos en base de su estructura química, ya que los tratados modernos de toxicología (26) se ha mencionado la importancia que tienen las diferentes funciones químicas en la relación a los efectos adversos que dan lugar en el organismo. Con este criterio vemos que de acuerdo a esta clasificación, los agentes químicos capaces de originar alteraciones en las estructuras de la cavidad bucal - principalmente los metales y metaloides, y un grupo de agentes no metálicos, en particular los halógenos, los compuestos del fósforo y vapores ácidos o alcalinos de diversos compuestos.

Todos estos agentes son capaces de causar alteraciones

en tales estructuras, ya sea durante su fase y eliminación a través de la saliva, casi siempre por acción química de las bacterias existentes en la boca, o bien por lesión de las estructuras anatómicas al ponerse en contacto directo con ellos, ejemplo de lo primero son las intoxicaciones - por metales y metaloides, de lo segundo, los efectos de los vapores irritantes.

VII.- DISCUSION.

Los resultados resumidos en los párrafos anteriores - ponen de manifiesto que la patología revisada es frecuente, sin embargo, existen en general un desconocimiento sobre - la fisiopatología y más aún sobre su tratamiento, de ahí la necesidad de despertar interés en los odontólogos para la investigación de este campo de su especialidad que ofrece amplias posibilidades. Dado el gran número de agentes químicos existentes y lo que año con año se desarrollan en la - industria química en el mundo, es de esperar que esta patología se incremente, por lo que no sería raro que fuera la base de una nueva especialidad dentro de la Odontología.

Refiriéndonos específicamente a los temas estudiados, los metales y metaloides se destacan como los principales agentes que pueden dar lugar a las alteraciones revisadas, algunas de estas lesiones aparentemente son simples tatuajes, como lo sería por ejemplo la línea de Burton en la intoxicación por el plomo, sin embargo, no tenemos ningún estudio al respecto que nos indique que estos depósitos sean realmente inertes, en otros metales como el mercurio, la severidad de las lesiones debería ser manejada por el odontólogo especialista, lo mismo que algunas alteraciones anatómicas definitivas como las causadas por los vapores irritantes ácidos y alcalinos.

Mención especial merecen los cambios que ocurren en la fluorosis, que en algunos estados de nuestro país llega a tener características de epidemia, siendo este problema más importante que el toxicológico propiamente dicho. El mismo desconocimiento que se tiene sobre la historia natural de esta enfermedad, ha dado como resultado que no existe un tratamiento adecuado para la solución, las medidas terapéuticas que se refieren en las diferentes fuentes investigadas, solamente nos hablan de tratamientos paliativos.

Debemos dejar de mencionar, por último, que en este campo en la mayor parte de los casos no se aplican procedimientos médico quirúrgicos curativos, y lo que es más importante, el mismo desconocimiento que sobre él existe, con frecuencia lleva a realizar tratamientos inadecuados que en vez de solucionar el problema lo complican.

VIII.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.

De acuerdo con el análisis del estudio de los agentes químicos a que se refiere este trabajo, podemos concluir lo siguiente.

1.- Existen numerosos agentes químicos capaces de provocar alteraciones bucales de mayor o menor gravedad, que en muchos casos evolucionan con alteraciones funcionales - a nivel odontológico, en otros casos simplemente se manifiestan como pigmentaciones o tatuajes en dientes y encías, que si bien, no se acompañan de alteraciones fisiológicas, si pueden provocarlas de tipo estético, lo que en ciertos casos, pueden ser la base de cambios en la esfera psicosocial.

No existe una sistemstización en el estudio de la patología originada por estos compuestos. por lo que el presente trabajo, pese a sus defectos, es el intento para lograr tal propósito.

El estudio de estas alteraciones anatómicas y funcionales se ha venido realizando en la mayor parte de los casos por médicos toxicólogos, siendo más bien pobre la intervención del odontólogo, cuando debería ser lo contrario. De ahí la llamada de atención a estos profesionistas, para que coordinen sus actividades y realicen investigaciones orientadas a conocer su fisiopatología y sentar sobre las bases científicas las medidas para su tratamiento y prevención.

IX.- BIBLIOGRAFIA

- 1) Albert, A. Selective Toxicity. Fourth Edition. 1968, Methuen & Co. Ltd. London, pp. 3
- 2) Albert, A. (1968) Op. cit.
- 3) Waldron, H. A., and Stöfen, D. Subclinical Lead Poisoning, 1974, Academic Press, London. pp. 6 - 35.
- 4) Angle, R. C. Mc. Intro, M. S. Lead Poisoning During Pregnancy. Am. J. Dis. Children. 108: 436, 1964.
- 5) Gorling, R. J., Goldman, H. M. Thomas, Patología Oral. 1975, Salvat Editores, S. A., Barcelona, España, p 858.
- 6) Bidstrup, P. I. Elsevier Monographs Toxicity of Mercury and its Compounds. 1964, Elsevier Publishing Company. Amsterdam-London-New York, p 55.
- 7) Bidstrup, P. I. (1968) Op. cit. p 53
- 8) Bidstrup, P. I. (1968) Op. cit. p 60.
- 9) Pons, P. Tratado de Patología y Clínica Médicas, Tomo VI. Enfermedades Infecciosas, Alérgicas, Profesionales y por Agentes Físicos. Intoxicaciones. 3ª. Edición, 1968. Salvat Editores, Barcelona, España. pp. 1077 - 1080.
- 10) Zegarelli, E. V., Futscher, A. H. y Hyman, G. A. Diagnóstico en Patología Oral. 1976, Salvat Editores, Barcelona, España. p 463.
- 11) Zegarelli, E. V. (1976) Op. cit.

- 12) Harker, J. M. and Hunter, D. Occupational Argyria. Brit. J. Derm. 47:441, 1939.
- 13) Rygh, O. Recherches sur les Oligo Elements. Bull. Soc. Chim-Biol. (Paris) 31:1043. 1949.
- 14) Geyer, C. F. Vanadium, caries-inhibiting Trace Element in Syrian Hamster. J. Dent. Res., 32:590, 1953.
- 15) Lowate, P., and Murray, M. V. Chemical Composition of Teeth. Biochem. J. 31:837, 1937.
- 16) Browning, E. Toxicity of Industrial Metals. Second Edition, 1969, Butterworths, London, p 345.
- 17) Sjoberg, S. G. Health Hazards in the Production and Handling of Vanadium Pentoxide. Arch. Industr. Hlth. 3:631, 1975.
- 18) Citado por Browning, E., en Toxicity of Industrial Metals. Second Edition, 1969, Butterworth, London, p 123.
- 19) Mastromatteo, E. Nickel. A Review of its Occupational Health Aspects. J. Occup. Med. 9:127, 1967.
- 20) Sunderman, F. W. , and Kincaid, J. F. Nickel Poisoning. Arch. Industr. Hlth. 15:389, 1954.
- 21) Hadjimarkos, D. I., et al. The Selenium Concentration in Placental Tissue and Foetal Cord. J. Pediat. 54:296, 1959.
- 22) Renoux, M., et Mikol, C. Chelation. La Press Medicale. 72:3117, 1964.

- 23) Montoya, C. M. A. et al. Tratamiento del Saturnismo con dosis bajas de E.D.T.A. cálcico disódico. Archives de Investigación Médica. Vol. 5 (3): 603-605, 1974.
- 24) Henderson and Haggard. Noxious Gases, 2nd. Edition, 1942. Reinhold, New York.
- 25) Hunter, D. The Diseases of Occupations. 4 th. Edition. 1969. Little Brown and Company. Boston. p. 802.
- 26) Weil, E. Eléments de Toxicologie Industrielle. 1975. Masson et Cie. Editeurs. Paris. p. 96.