

286  
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

" EL BERILIO Y SUS DERIVADOS EN ODONTOLOGIA "

T E S I S

QUE SE PRESENTA PARA OBTENER EL TITULO DE :

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA : CARLOS VILLARREAL SOSA.

MEXICO

1953.

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## INDICE.

- I.- INTRODUCCION.
- II.- OBJETIVOS.
- III.- GENERALIDADES
  - A) ANTECEDENTES.
  - B) PROPIEDADES FISICAS.
  - C) PROPIEDADES QUIMICAS.
  - D) USO DEL BERILIO Y SUS ALEACIONES.
- IV.- EFECTOS BIOLOGICOS.
  - A) TOXICIDAD.
  - B) DIAGNOSTICO.
  - C) TRATAMIENTO.
  - D) PREVENCIÓN.
  - E) NIVELES DE TOLERANCIA Y EFECTOS ECOLOGICOS.
- V.- USOS DEL BERILIO EN ODONTOLOGIA.
- VI.- CONCLUSIONES.
- VII.- BIBLIOGRAFIA.

## 1. INTRODUCCION.

EN LA ACTUALIDAD SE EMPLEAN DIVERSOS MATERIALES (COMPUESTOS Y ALEACIONES) EN LA PRACTICA DE LA ODONTOLOGIA, CON LA FINALIDAD DE SUSTITUIR Y/O RESTAURAR LAS PIEZAS DENTARIAS DAÑADAS.

EL DESCONOCIMIENTO DE LA COMPOSICION Y DE LOS EFECTOS BIOLÓGICOS DE DICHAOS MATERIALES, PUEDE LLEVARNOS A UNA MANIPULACION INADECUADA Y EN MUCHAS OCASIONES, NEGLIGENTE POR PARTE TANTO DEL TÉCNICO DENTAL COMO DEL CIRUJANO DENTISTA.

ENTRE DICHAOS MATERIALES SE ENCUENTRAN ALGUNAS ALEACIONES CON CIERTO CONTENIDO DE BERILIO, ELEMENTO NATURAL QUE PUEDE SER DAÑINO PARA LA SALUD; SITUACION A LA QUE SE VEN EXPOSTOS EL PROFESIONAL, EL PACIENTE Y PRINCIPALMENTE EL TÉCNICO DENTAL, YA QUE MUCHAS ALEACIONES SON AMPLIAMENTE UTILIZADAS EN LAS RESTAURACIONES METALU-CERAMICAS, COMO SUSTITUTAS DE LAS ALEACIONES DE METALES NOBLES.

EN EL PRESENTE TRABAJO SE MUESTRA UNA REVISION BIBLIOGRAFICA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SERILIO Y SUS DERIVADOS, ASI COMO SUS EFECTOS BIOLÓGICOS, INCLUYENDO LOS TEMAS DE TOXICIDAD, TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE LOS EFECTOS ADVERSOS CAUSADOS POR LA EXPOSICIÓN A DICHO DERIVADOS Y, FINALMENTE, LA IMPORTANCIA QUE SE TIENE DENTRO DE LA ODONTOLOGÍA.

## II. OBJETIVOS.

- 1.- HACER UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO Y BIOLÓGICO DEL MERILLO Y SUS DERIVADOS.
- 2.- DEMOSTRAR QUE LAS ALEACIONES CON CONTENIDO DE MERILLO IMPLICADAS EN LA TÉCNICA DENTAL Y LA ODONTOLÓGICA EN GENERAL, PUEDEN SER DANAAS A LA SALUD.

### III. GENERALIDADES.

#### A) ANTECEDENTES .

##### HISTORIA.

EL BERILIO FUE DESCUBIERTO EN 1797 POR VAUQUELIN COMO UN COMPONENTE DEL MINERAL BERIL (GENERALDA).

EL OBSERVO QUE CALENTANDO UNA SOLUCION DE POTASIO ALUMINADO, SE PRODUCE UN PRECIPITADO. DICHO PRECIPITADO ERA SOLUBLE EN CARBONATO DE AMONIO Y QUE EN ALGUNAS OTRAS PROPIEDADES DIFERIA DE LOS COMPUESTOS ALUMINICOS. PRIMERAMENTE, VAUQUELIN SE REFIRIO A ESTA SUSTANCIA COMO "L'AZURE DU BERIL". PERO ESTE NOMBRE FUE CANTADO A SLODAN POR OTRO QUIMICO FRANCES. A CAUSA DEL BARRON DICE DE LAS SALES DEL ELEMENTO ELECTIVAMENTE DESCUBIERTO, EL NUEVO ELEMENTO FUE NUMERADO "GLUCONUM".



EL BERILIO METÁLICO, EN LA FORMA DE UN POLVO, FUE PRODUCIDO PRIMERO POR WOHLER Y URSI SIMULTANEA E INDEPENDIENTEMENTE POR RUSSY EN 1825. AMBOS OBTENIDOS REDUJERON EL CLORURO DE BERILIO CON POTASIO METÁLICO. WOHLER LLAMO AL NUEVO METAL "BERILLIUM" DE "BERYLLERDE", LA TRADUCCION ALEMANA DE LA TERRE DU BERIL. DESPUES DE UN LARGO PERIODO DE REFERIRSE AL NUEVO ELEMENTO COMO GLUCINIUM Y BERILLIUM, LA MAYORIA DE LOS QUIMICOS ADOPTARON EL NOMBRE DE BERILIO. DE CUALQUIER MANERA, EN EL IDIOMA FRANCES EL ELEMENTO SIGUE SIENDO LLAMADO GLUCINIUM (SÍMBOLO GI).

SIGUIENDO LOS DESICUBRIMIENTOS DE VAUQUELIN, WOHLER Y RUSSY, UNA GRAN CANTIDAD DE INVESTIGADORES CONTRIBUYERON AL DESARROLLO DE LA QUIMICA DEL BERILIO. LA PRIMERA APROXIMACION EN LA CORRECTA DETERMINACION DEL PESO ATOMICO FUE HECHO POR AWDESEV EN 1842. EL NOMBRE DE VALENCIA DEL BERILIO Y SU LUGAR EN LA TABLA PERIODICA DE LOS ELEMENTOS PARECE QUE FUE ESTABLECIDA EN 1869, CUANDO MELDRY Y PETERSON DETERMINARON CON EXACTITUD LA DENSIDAD DE VAPOR DEL CLORURO DE BERILIO. SIN ENBARGO, LA CONTROVERSIAS CON RESPECTO A LA VALENCIA CONTINUO HASTA EL INICIO DEL SIGLO

20. OTRA LA CONTRIBUCION INDIVIDUAL MAS IMPORTANTE PARA EL CONOCIMIENTO DE LA QUIMICA GENERAL DEL BERILIO FUE HECHA POR LIBBY. ENTRE SUS CONTRIBUCIONES IMPORTANTES SE MENCIONAN EL METODO DE OBTENCION DE PEQUEÑOS CRISTALES DE BERILIO POR ELECTROLISIS DE FLUORURO DE BERILIO GASEOSO Y SUS Hallazgos RELACIONADOS A LA REDUCCION DIRECTA DEL OXIDO DE BERILIO CON CARBON EN LA PRESENCIA DE COBRE U OTROS METALES PESADOS. LA COMERCIALIZACION DEL BERILIO SE REALIZO HASTA LOS AÑOS CUARENTAS.

SE ESTIMA QUE EL BERILIO SE ENCUENTRA EN LA CORTEZA TERRESTRE EN UNA CANTIDAD MEDIANA AL 0.001%.

SU ABUNDANCIA ES EQUIVALENTE A LA DEL BORO Y EL COBALTO.

## B) PROPIEDADES FISICAS.

LOS VALORES DE LAS CONSTANTES FISICAS DADAS EN LA LITERATURA VARIAN CONSIDERABLEMENTE. ESTO SE DEBE A LA DIFICULTAD EN LA OBTENCION DE BERILIO PURO. LOS VALORES QUE SE DAN A CONTINUACION ESTAN DADOS POR LA "AMERICAN SOCIETY OF METALS".

EL BERILIO APARECE EN EL GRUPO A II DE LA TABLA PERIODICA JUNTO CON EL MAGNESIO, CALCIO, ESTRONCIO, BARIO Y RADIO.

EL BERILIO NATURAL SE ENCUENTRA EN FORMA DE ISOTOPO  $Be_9$ .

LOS ISOTOPOS  $Be_8$ ,  $Be_7$ ,  $Be_6$  Y  $Be_5$  PUEDEN HACERSE ARTIFICIALMENTE Y ALGUNOS SE OBTIENEN EN OPERACIONES DE REACCIONES NUCLEARES.

### OTRAS PROPIEDADES FISICAS:

NUMERO ATOMICO	4
PESO ATOMICO	9.015043
PUNTO DE FUSION	1277 - 1284°C.
PUNTO DE EBULLICION	2770 - 2870°C.
DENSIDAD (en cm <sup>3</sup> a 20°C.)	11.940
CONDUCTIVIDAD TERMICA, UNIDADES (en 0-100 C.)	0.35 - 0.40
COEFCIENTE DE EXPANSION TERMICA LINEAL x 10 <sup>-6</sup> /-100° C.	11.6 - 12
DUREZA (BRINELL)	98

EL BERILIO ES UN METAL RASGADO: SU EXTREMA DUREZA SE DEBE A UNA PELICULA DEGRADA DE OXIDO DE BERILIO EN LA SUPERFICIE DEL METAL. ESTA PELICULA ES LO SUFICIENTEMENTE FUERTE COMO PARA RAYAR EL VIDRIO. EL BERILIO TIENE UNA ALTA PERMEABILIDAD A LOS "RAYOS X" DEBIDO A SU PESO ATOMICO BAJO. SU ESTRUCTURA CRISTALINA ES HEXAGONAL COMPACTA. ESTA FORMA LLAMADA ALFA, SE TRANSFORMA EN CUBICA A CUERPO CENTRADO A UNA TEMPERATURA CERCANA AL

PUNTO DE FUSION. ES EL ÚNICO METAL LIGERO CON ALTO PUNTO DE FUSION. EL COMPORTAMIENTO DEL BERILIO EN LAS REACCIONES NUCLEARES LO HACE IMPORTANTE COMO FUENTE DE NEUTRONES. LOS SOLIDOS SON LIBERADOS CUANDO ES BOMBARDEADO CON PARTICULAS ALFA.

### C) PROPIEDADES QUIMICAS.

EL BERILIO TIENE VALENCIA 2. A ALTAS TEMPERATURAS ES UN ELEMENTO MUY ACTIVO. A TEMPERATURAS ORDINARIAS EL BERILIO ES INSTANTE RESISTENTE A LA OXIDACION Y SUS SUPERFICIES POLIDAS AL ALTO BRILLO. MANTIENEN SU BRILLANTEZ POR AÑOS DIBIDO A UNA CAPA DE OXIDO NO POROSA DE APROXIMADAMENTE  $10^{-4}$  Å DE ESPESOR. A  $700^{\circ}\text{C}$ . LA OXIDACION SE NOTORIA Y A  $1000^{\circ}\text{C}$  ES BASTANTE RAPIDA. EL OXIGENO ATACA AL BERILIO A TEMPERATURAS POR ARRIBA DE LOS  $900^{\circ}\text{C}$ . FORMANDO  $\text{BeO}$  Y  $\text{Be}_2\text{O}_3$ . EL CARBON PURO CARBURA AL BERILIO A TEMPERATURAS SUPERIORES AL PUNTO DE FUSION DEL METAL. ESTA REACCION ES EXOTERMICA.

EL BERILIO REACCIONA RAPIDAMENTE CON LOS ACIDOS SULFURICO Y CLORHIDRICO; EL ACIDO NITRICO DISUELTO ATACA AL METAL LENTAMENTE. EL AGUA HIRVIENDO Y LOS ALCOLOIDES REACCIONAN CON EL BERILIO DESPRENDIENDO HIDROGENO. EL HIDROXIDO DE BERILIO RESULTANTE ES AMPOTERICO. LOS BERILADOS SON FACILMENTE HIDROLIZADOS A TEMPERATURA DE EBULLICION.

LAS SOLUCIONES DE SALES DE BERILIO SOLUBLES EN AGUA DE COMPOSICION NORMAL, TALES COMO EL SULFATO DE BERILIO, CLORURO DE BERILIO Y NITRATO DE BERILIO, SON TODOS ACIDOS EN REACCION Y SE CARACTERIZAN POR SU TENDENCIA PARA DISOLVER GRANDES CANTIDADES DE HIDROXIDO DE BERILIO. DE CUALQUIER MANERA, ESTAS SALES SOLUBLES NO SON HIDROLIZADAS EN LA MISMA EXTENSION COMO ALGUNAS OTRAS SALES, POR EJEMPLO BOROCLORURO DE ALUMINIO Y ALUMINIO.

LOS FLUORURAS, INCLUYENDO AL ACIDO FLUORHIDRICO, DISUELVEN AL BERILIO Y ESTE REACCIONA MAS RAPIDAMENTE CON TODOS LOS ACIDOS HALURICOS, HIDROXIDOS FUERTES Y LOS ALCALIS FUNDIDOS. ES RESISTENTE AL ATAQUE DEL AGUA PURA, PERO SE CORROMPE SEVERAMENTE EN AGUA CONTENIENDO SOLAMENTE UN C.S. P.P.M. DE UN ION HALURO.

## D) USO DEL BERILIO Y DE SUS ALEACIONES.

EL USO DEL BERILIO Y DE SUS ALEACIONES ESTA RESTRINGIDO DEBIDO A LAS DIFICULTADES EN SU MANIPULACION, SU FUERTE DE FUNDACION EN ELECTROLITICA Y SU PRECIO RELATIVAMENTE ALTO.

SU RESISTENCIA A ALTAS TEMPERATURAS Y SU CONDUCTIVIDAD TERMICA LO HACEN ADECUADO PARA PULAS CALORICAS (CAPACITORES), POR EJEMPLO PARA USO EN EL SISTEMA DE FRENADO DE LOS AVIONES.

TENIENDO PROMINENTES PROPIEDADES DE DISPERSION DE NEUTRONES,

LOS CRISTALES SIMPLS DE BERILIO SON USADOS PARA LA MONOCROMATIZACION. DEBIDO A SU ALTA TRANSPARENCIA A LOS RAYOS X, EL BERILIO ES USADO COMO VENTANA EN LOS TUBOS DE ESTOS RAYOS.

FINALMENTE LAS PROPIEDADES MOLLEPADINAS Y REFLECTORAS PARA LOS NEUTRONES TERMICOS SON USADOS EN LA TECNOLOGIA NUCLEAR, POR EJEMPLO, EN DETECTORES DE RADIACION.

## ALEACIONES.

### BERILIO- COBRE:

LAS ALEACIONES DE BERILIO MAS IMPORTANTES, SON LAS ALEACIONES TERNALES DE BERILIO-COBRE-NIQUEL Y BERILIO-COBRE-COBALTO; ESTAS TIENEN LA CAPACIDAD DE UN ENDURECIMIENTO POR PRECIPITACION.

LA MAYORIA DE LAS ALEACIONES MAS COMUNES DE BERILIO- COBRE CONTIENEN UN 1.9 - 2.0% DE BERILIO Y 0.50% DE NIQUEL O COBALTO. EN LA PRAXIS, ESTAS ALEACIONES SON RECALENTADAS DE 2 A 3 INCHAS A 600 °C Y ENFRIADAS RAPIDAMENTE A TEMPERATURA AMBIENTE SUMERGIENDO LAS EN AGUA FRIA; ESTE TRATAMIENTO PRECIPITA AL BERILIO CON LO CUAL SE INCREMENTA LA DUREZA Y LA FUERZA TENSIONAL Y REDUCE LA DUCTIBILIDAD DEL MATERIAL.

LAS PROPIEDADES DE ESTAS ALEACIONES LE DAN UN VARIADO USO EN LA INDUSTRIA. EN EL CAMPO DE LA ELECTRICIDAD, DEBIDO A SUS



ALIAS PROPIEDADES DE CONDUCTIVIDAD TERMICA Y ELECTRICA EMPAREJADAS CON SU DUREZA Y RESISTENCIA A LA FATIGA Y TEMPERATURAS ELEVADAS SE UTILIZA POR EJEMPLO, COMO RESORTES PORTADORES DE CORRIENTE DE ALTA DUREZA Y COMO ELECTRODOS DE SOLDADURA. EN AREAS ESPECIALIZADAS, COMO LA FABRICACION DE RESORTES DE INSTRUMENTO DE PRECISION, DIAFRAGMAS, PULSOS Y TUBOS DE BOURDON.

LAS ALTAS PROPIEDADES MECANICAS DE ESTAS ALEACIONES COMBINADAS CON SU AMPLIETISMO, SON ENCONTRADO UN AMPLIO USO EN LA INDUSTRIA, ENTRE LAS APLICACIONES DE PARTES VARIAS CON ESTAS ALEACIONES SE ENCUENTRAN LOS FRENSOS Y TAMBIEN DE CLUTCH DE ALTO RENDIMIENTO Y PARA MOLDES EN LA INDUSTRIA DEL PLASTICO.

#### BERILIO-NIQUEL:

EN GENERAL, TIENE LAS MISMAS PROPIEDADES QUE LAS ALEACIONES DE BERILIO-COBRE Y ALERD INOXIDABLE Y SU USO ES SIMILAR.

OTRAS ALEACIONES QUE NO TIENEN UN USO COMERCIAL DEFINIDO SON LAS DE BERILIO-MAGNESIO Y BERILIO-ALUMINIO.

## OXIDO DE BERILIO:

ES DE GRAN INTERES COMERCIAL PUES ES RESISTENTE A LA MAYORIA DE LOS METALES ALEADOS Y COMO UN EXCELENTE MATERIAL DE CRISTAL. EL OXIDO DE BERILIO ES UN AISLADOR TERMICO CON UNA CONSIDERABLE CONDUCTIVIDAD DE CALOR. FORMA UN FUERTE MATERIAL CERAMICO CUANDO SE COMPACTADO Y SILICADO. POR LO TANTO, ES USADO EN LA INDUSTRIA ELECTRONICA COMO SUBSTRATO PARA TRANSISTORES Y OTRAS DE SILICON, NUCLEOS SEMI-CONDUCTORES Y TUBOS LASER.

#### IV. EFECTOS BIOLÓGICOS.

##### A) TOXICIDAD:

COMO CONSECUENCIA DE UN CONOCIMIENTO INSUFICIENTE DE LOS EFECTOS ADVERSOS DEL BERILIO, EL INCREMENTO EN LA PRODUCCION DE BERILIO DURANTE LA 2ª. GUERRA MUNDIAL, LA EMISION DESCONTROLADA Y SIN CONTROL RESULTADO. UNA CONCENTRACION DE 100 MICROGRAMS ALREDEDOR DE LAS PLANTAS Y UNA SILEVADA EXPOSICION DE LOS TRABAJADORES (1 A 100 MICROGRAMS). EN 1949, LAS REGULACIONES ADMINISTRATIVAS PRODUCIERON UN AMPLIO Y SUBSTANCIAL MEJORAMIENTO DE ESTAS CONDICIONES: ASI MISMO SE FIJO UN ESTANDAR DE AIRE AMBIENTAL DE 0.01 MICROGRAMS COMO PROMEDIO MENSUAL Y EL REQUERIMIENTO DE RUPIA DE TRABAJO PARA LOS TRABAJADORES DEDICADOS A LA EXTRACCION Y PRODUCCION. TRATANDO, AL MISMO TIEMPO, DE DISMINUIR LA RECURRENCIA DE BERILIOSIS ENTRE LOS HABITANTES CERCANOS A LAS PLANTAS.

EN NUESTROS DIAS, LA CONTAMINACION DEL AIRE POR BERILIO, SE EFECTUA PRINCIPALMENTE POR LA COMPOSICION DEL ACEITE MINERAL Y HULLA.

LA EXPOSICION AL BERILIO PROVIENE DE LA MANIPULACION DE LAS ALEACIONES DE BERILIO, BERIL (ESMERALDA), CLORURO DE BERILIO, OXIDO DE BERILIO, NITRATO DE BERILIO, SULFATO DE BERILIO, SODIO-CANFORO DE BERILIO, SILICATO DE BERILIO Y OTROS COMPUESTOS.

LA PRINCIPAL ENTRADA AL CUERPO HUMANO ES POR EL TRACTO RESPIRATORIO Y SUS EFECTOS SON PREDOMINANTEMENTE EN PULMONES.

EN EL TRACTO DIGESTIVO, EL BERILIO Y SUS COMPUESTOS SON PARAMENTE ABSORBIDOS, FORMANDO FACILITADOS INSOLUBLES EN UN 90 CERCA-NO A 70. EL SULFATO Y EL CLORURO DE BERILIO SIERON ABSORBIDOS POR LA PIEL EN ANIMALES DE LABORATORIO CON UN 90 ABSORCION DE 3. TAMBIEN POR LA PIEL EN INTESINAL; EN SERES HUMANOS, ESTA FORMA DE ABSORCION ES MINIMA. SIN EMBARGO, LA DERMATITIS AGUDA Y LAS LESIONES Oculares APARECEN POR CONTACTO CON SALES DE BERILIO

HIPODIFUSIBLE O CON ALTAS DOSES DE OXIDO DE BERILIO.

EL DANO CUTANEO PRODUCIDO POR LAS AEROLIONES U OXIDO DE BERILIO REQUIERE DE TRATAMIENTO CONFUSIDO CON EXCISION DE LA SUSTANCIA EXTERNA PARA EVITAR LA ABSORCION. SE PUEDE ESPERAR LA CURACION SIN QUE SE PRESENTE LA FORMACION DE GRANULOMAS. EL CONTACTO DIRECTO A LARGO PLAZO PUEDE PREDISPONER A LA PERSONA A UNA SENSIBILIZACION DERMICA O A UNA DERMATITIS POR CONTACTO.

LA ENFERMEDAD PULMONAR POR BERILIO TIENE DOS FORMAS:

- 1) AGUDA O PNEUMOCONIOSIS QUIMICA Y,
- 2) CRONICA CON LESIONES GRANULOMATOSAS.

ENFERMEDAD BERILIAE AGUDA:

ESTA ADOPTA LA FORMA DE NEURONITIS QUIMICA DE EVOLUCION RAPIDA, CON EDEMA PULMONAR GRAVE. EN LOS CASOS GRAVES, EL LIQUIDO INTRAALVEOLAR PUEDE SER HEMORRAGICO Y RICO EN PROTEINAS.

RONDEO NO SE ADOPTAN GRANULOMAS. LAS PAREDES SEPTALES A MENUDO ESTAN INFILTRADAS POR LINFOCITOS Y CELULAS PLASMATICAS. PUEDEN OBSERVARSE CAMBIOS INFLAMATORIOS SEMEJANTES EN NASOFARINGE, TRAQUEA Y BRONQUIOS.

LOS LIMITES PARA LA INHALACION TOXICA AGUDA EN HUMANOS SON DE 0.1 A 0.5 mg/BRV/M. LA DOSIS LETAL DE INHALACION AGUDA FUE CALCULADA EN 10 mg/BRV/M EN RATAS. LA EXPOSICION DURÓ 6 HRS. DIARIAS POR 5 DIAS.

#### ENFERMEDAD BERILIAE CRONICA (BERILIOSIS):

EL PRIMER SINTOMA DE LA ENFERMEDAD ES LA DISMINUCION DE LA FUNCION PULMONAR (VOLUMEN RESPIRATORIO). ESTA ENFERMEDAD SE CARACTERIZA POR LA FORMACION DE GRANULOMAS FOCALES EN LOS TABIQUES ALVEOLARES QUE INVADEN LOS ESPACIOS ALVEOLARES. ESTOS GRANULOMAS GUARDAN INTIMA SEMEJANZA CON LOS DE LA SARCOIDIOSIS Y LA TUBERCULOSIS. EL GRANULOMA POR BERILIO CONTIENE CELULAS GIANTES MULTINUCLEADAS QUE CONTIENEN LAS INCLUSIONES CARACTE-

PIRIFORMES, QUE TAMBIEN SE ADVIERTEN EN LAS LESIONES SARCOIDES:

- 1) CUERPOS DE SCHAUMANN CON LAMINACION CONCENTRICA (DE INCLUSO 30  $\mu$ m DE DIAMETRO), O
- 2) ESTERILES ACIDOFILOS.

PUEDE HABER UNA TERCERA CLASE DE INCLUSION, UN CRISTAL BI-REFRINGENTE ESPICULADO DE 3 A 10  $\mu$ m DE LONGITUD.

SIN EMBARGO, EN OCASIONES, LOS GRANULOMAS POR BERILIO DIFIEREN ALGO DE LOS DE LA TUBERCULOSIS Y LA SARCROIDOSIS POR CUANTO CONTIENEN CENTRO NECROTICO CON NEUTROFILOS CONSERVADOS Y DEGENERADOS; EN OCASIONES ESTAS CELULAS SE TURNAN MUY NECROTICAS LO CUAL PRODUCE ESTOS RESTOS GRANULOSOS ACELULARES QUE GUARDAN INTIMA SEMEJANZA CON LA NECROSIS CASEOSA. LA INTENSIDAD DE FORMACION DE GRANULOMA ES VARIABLE, AL IGUAL QUE LA PRESENCIA DE INFILTRADO INTERSTICIAL MONONUCLEAR COMO TANTO.

EN CUALQUIER CASO, HAY ATAQUE DE LOS GANGLIOS LINFATICOS REGIONALES. LA MEMBRANA PLEURAL PUEDE ESTAR ENGROSADA Y FIBROSA; EN EL POLMON, LOS GRANULOCITOS TIENDEN A PRESENTAR FIBROSIS PROGRESIVA, LO CUAL PRODUCE CICATRIZACION FIBROSA DIFUSA.

SIMULTANEAMENTE CON LAS LESIONES PULMONARES CRONICAS PUEDE HABER ATAQUE GRANULOMATOSO DE HIGADO, RIONES, BAZO, GANGLIOS LINFATICOS Y PIEL. LAS LESIONES CUTANEAS SE PRESENTAN COMO ULCERAS CRONICAS PERSISTENTES EN SITIOS DE HRRAZOS O LESIONES EN DONDE SE HA INTRODUCIDO EL BERILIO.

#### **METABOLISMO Y CARCINOGENICIDAD:**

SE DESCONOCE LA VIA METABOLICA POR EL CUAL EL ION BERILIO SE TRANSFORMA EN "Be ANTIGENO". DE CUALQUIER MANERA, LOS EXPERIMENTOS CON ANIMALES Y LA INVESTIGACION DE LA SANGRE DE LAS PERSONAS EXPUESTAS AL BERILIO APOYAN LA SUPOSICION DE QUE EL BERILIO SE UNE A UNA PROTEINA. ESTOS COMPLEJOS INDUCEN A LAS



CELULAS MEDIADORAS DE LA HIPERSENSIBILIZACION AL PG, QUE PUEDE SER DETERMINADO POR UN INCREMENTO EN LA TRANSFORMACION DE LIMFOBLASTOS Y TAMBIEN UNA INHIBICION DE LA MIGRACION DE MACROFAGOS.

SIN EMBARGO, SE HAN ENCONTRADO CANTIDADES ELEVADAS DE GAMA-GLOBULINAS EN LA ENFERMEDAD CRONICA. LA PRINCIPAL DEFICIENCIA DE LOS INDIVIDUOS CON PREDISPOSICION A LA ENFERMEDAD CRONICA PARECE SER LA INCAPACIDAD PARA DESARROLLAR UN NUMERO SUFICIENTE DE CELULAS SUPRESORAS PARA PREVENIR QUE LA RESPUESTA INMUNE SE VUELVA EXCESIVA Y DESTRUCTIVA CONTRA EL TEJIDO PULMONAR.

IN VITRO, EL PERILIO POR SI MISMO INHIBE NUMEROSAS ENZIMAS Y COMPITE CON EL MAGNESIO Y EL POTASIO CUANDO NO SE ENLAZA CON LAS ENZIMAS. LA FUERTE INHIBICION SE ENCUENTRA EN LA FOSFATASA ACIDICA Y OTROS FOSFATAS. PERO TAMBIEN INHIBE A UN GRAN NUMERO DE ENZIMAS METABOLICOS CRITICAS.

LA INHIBICION DE LA GEMADITRIBINA -GUINASA, PUEDE ESTAR RELACIONADO A LA INHIBICION O MODULACION DEL EFECTO DEL BERILIO SOBRE LA REPLICACION DEL ADN. ESTE EFECTO SOBRE EL ADN ES ESPECIFICO, PUES LA SINTESIS DE ARN Y DE PROTEINAS NO SE VE AFECTADA. DE CUALQUIER MANERA, ES EVIDENTE QUE EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, LA ACTIVIDAD IN VIVO DE LAS ENZIMAS DESCRITAS REMANECEN NO AFECTADAS POR LA INCORPORACION DE DIFERENTES COMPUESTOS DE BERILIO.

EL OXIDO DE BERILIO Y CIERTOS COMPUESTOS, DESPUES DE SER INHALADOS PRODUCEN CANCER DE PULMON EN RATAS Y MONOS Y OSTEOSARCOMA EN CONEJOS; MIENTRAS QUE LOS LEOPARDOS DE GUINEA NO EXHIBIERON EVIDENCIA DE PATOLOGIA RESULTA DE LA INHALACION E INYECCION DE BERILIO. DE CUALQUIER MANERA, LA INCIDENCIA DE CANCER PULMONAR ENTRE LOS TRABAJADORES MOSTRANON UNA RELACION INVERSA AL TIEMPO DE EXPOSICION. ESTO INDICA QUE LA PREDISPOSICION A DESARROLLAR LA ENFERMEDAD CRONICA ES MAYOR EN RELACION AL CANCER PULMONAR.

#### CURSO CLINICO:

HAY UN PERIODO DE LATENCIA, GENERALMENTE DE SEMANAS A MESES. ENTRE LA EXPOSICION Y LA APARICION DE MANIFESTACIONES CLINICAS. EN LA EXPOSICION INTENSA ESTE LAPSO ES BREVE Y APARECE LA NEUMONITIS AGUDA. SE MANIFIESTA POR LA APARICION REPENTINA DE FIEBRE, DIBNIA, FIEBRE Y SINTOMAS GENERALES COMO MALESTARES Y DEBILIDAD. LA MUERTE A VECES SOBREVIENE EN TERMINO DE SEMANAS, Y OUNQUE LA MAYORIA DE LOS PACIENTES SE REESTABLECEN, HAY DISMINUCION EN SU PROMEDIO DE VIDA.

LAS SALES HIDROSOLES DE BERILIO SE ELIMINAN EN LA ORINA, PERO LA CANTIDAD DE SU CONCENTRACION NO ES INDICATIVA DE LA CANTIDAD ABSORVIDA, PUES SU EXCRECION FUERA DEL ORGANISMO ES LENTA.

#### B) DIAGNOSTICO.

EL DIAGNOSTICO DE LA ENFERMEDAD BERILITAR CRONICA ES DIFICIL PUES COMPARTE MUCHAS CARACTERISTICAS CON OTRAS ENFERMEDADES PULMONARES.

SE REQUIERE DE LA HISTORIA DE LA EXPOSICION DEL PACIENTE Y ADICIONALMENTE DE RADIOGRAFIA DE TORAX Y LA EVALUACION DE LA FUNCION RESPIRATORIA. SE REALIZA UNA PRUEBA DE TRANSFORMACIONES LINFOCITICAS, ONDA FRUENZ ESPECIFICA PARA LA ENFERMEDAD. INICIALMENTE LA RADIOGRAFIA DE TORAX REVELA UNA APARIENCIA DE GRANULADO LEVEMENTE CON DISTRIBUCION UNIFORME DE UNA GRANULACION FINA), Y MAS DISCRETAMENTE, UN PATRON INTERSTICIAL ENGRUESADO.

#### TRATAMIENTO:

SE HA EXPERIMENTADO CON AGENTES OXELANTES PARA LA REMOCION DEL SERICIO DEPOSITADO EN LOS TEJIDOS. ENTRE ESTOS, EL ACIDO AURINTRICARBOXILICO ("AURIMINON") PROBO SER EFECTIVO EN LA PROTECCION DE RATONES Y MAYA CUANDO SE LES DABA POR VIA INTRAPERITONEAL, DESPUES DE 1 A 2 DÍAS, DE HABERSE ADMINISTRADO UNA INYECCION INTRAVENOSA DE UNA DOSIS LETAL DE SULFATO DE MERCURIO.

EL ÚLTIMO TERMINA A POCOS DÍAS DE LOS SÍNTOMAS Y EL SAÑO.

EN LA UNIÓN SOVIÉTICA SE HICIERON PRUEBAS EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN CON ÁCIDO HIALURONILPOLIFOSFÓRICO. SE CONCLUYERON MANERA, ESTOS REAGENTES ÚELANTES FOM PRUEBADO SER INEFECTIVO EN CASOS CRÓNICOS Y DECEPCIONANTES LAS PRUEBAS CLÍNICAS.

EL TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD ACUDA CONSISTE DE REPOSO INMEDIATO Y LA APLICACIÓN DE UN GLOUCOCORTICÓIDE ( POR EJEMPLO : PREDNISONE 50 A 60 mg DIARIOS). SI LA ENFERMEDAD ES DEL TIPO FULMINANTE, EL OXIGENO ES APLICADO BAJO PRESIÓN POSITIVA.

LA ENFERMEDAD CRÓNICA SE TRATA TAMBIÉN CON GLOUCOCORTICÓIDES LA DOSIS INICIAL ALTA SE AJUSTA DE ACUERDO AL PROCESO; ESTE TRATAMIENTO USUALMENTE LLEVA UNA RESOLUCIÓN DE LOS SÍNTOMAS Y DE ALGUNAS SERO-GLUBULINAS. ACUDA EN LA SALUD GENERAL, EN LA TRANSFERENCIA DE CRISIS Y EN ALGUNOS CASOS EN LA APARIENCIA RADIOGRÁFICA. CUANDO SE SUSPENDE EL TRATAMIENTO CON GLOUCOCORTICÓIDES, PUEDE HABER UNA RECIDIVA DE LOS SÍNTOMAS EN ALGUNOS PACIENTES; EN

OTROS. LA ENFERMEDAD PUEDE REINICIAR, EN ESTOS CASOS ES ACONSEJABLE PROLONGAR EL TRATAMIENTO.

#### DI. PREVENCIÓN.

EL DAÑO A LA SALUD PRODUCIDO POR EL BERILIO ES REDUCIDO EFECTIVAMENTE CON VENTILACIÓN ADECUADA. EL LAVADO FRECUENTE DE BRAZOS, CARROS, OREJAS Y CUELLO Y UN BAÑO DESPUÉS DE TERMINADA LA JORNADA LABORAL.

SE HACE ÉNFASIS EN LA LIMPIEZA PERSONAL; Y EN ZONAS MUY CALIENTES Y HÚMEDAS, SE DEBE PROPVEER AL OPERADOR CON UN EQUIPO DE ROPA DE TRABAJO LIMPIO AL INICIO DE CADA JORNADA PARA PREVENIR LA DERMATITIS. ES ACONSEJABLE QUE UN MEDICO HAGA UN CHEQUEO DE TUBERAJA FRECUENTEMENTE Y OBTENER RADIOGRAFIA DE TUBERAJA DE LOS EMPLEADOS UNA VEZ AL AÑO. SI ALGUNO DE LOS EMPLEADOS PRESENTARA IRRITACION PULMONAR, SE LE DARA DESCANSO POR UN TIEMPO ADECUADO PARA SU RECUPERACION, ESTO REDUCE EL RIESGO DE UN

ATAQUE AGUDO QUE PUEDE TENER UN FINAL FATAL. ASI MISMO SE RECOMIENDA EL USO DE MASCARILLAS O EN SU DEFECTO, DE LENTES Y CUBREBUZA Y UN SISTEMA DE ASPIRACION DE RESIDUOS, PARA DISMINUIR LA INHALACION.

#### 5) NIVELES DE TOLERANCIA Y EFECTOS ECOLOGICOS.

AUN NO HAN SIDO DETERMINADOS LOS VALORES DE TOLERANCIA BIOLÓGICA Y EL INDICE DE EXPOSICION BIOLÓGICA, PERO DE CUALQUIER MANERA, LA RELACION ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE BERILIO EN AIRE, SANGRE Y ORINA SON YA CONOCIDAS. POR EJEMPLO, EN UN NIVEL DE EXPOSICION DE 0,005 MG/M<sup>3</sup> SE MIDIERON LOS VALORES DE CONCENTRACION DE BERILIO EN ORINA EN PROMEDIO, Y EN SANGRE, DE ALREDEDOR DE 4 NG/ML. EN LOS VALORES DE LA CONFERENCIA GUBERNAMENTAL DE LA HIGIENE INDUSTRIAL Y EN CONCORDANCIA CON LA MAXIMA CONCENTRACION EN EL LUGAR DE TRABAJO (LISTA DE VALORES DE INVESTIGACION NORMAL DE ALEMANIA), EL BERILIO, SUS COMPUESTOS Y ALIADOS ESTAN CLASIFICADOS EN LA SECCION DE CARCINOGENOS "A2". PUES

SE HA COMPROBADO SIN ERROR ALGUNO QUE SOLAMENTE ES CARCERIZO EN ANIMALES DE EXPERIMENTACION, PUESTOS BAJA CONDICIONES DE POSIBLE EXPOSICION DE HUMANOS EN EL LUGAR DE TRABAJO.

EL LIMITE DE MAXIMA EXPOSICION DURANTE UN PERIODO DE 8 hrs. DE TRABAJO AL DIA NO DEBE EXCEDER DE 2 mgr/zms EN AIRE; SON PERMISIBLES DE 5 mgr/zms A NO MAS DE 25 mgr/zms POR UN PERIODO TOTAL DE 30 MIN. POR 8 hrs. DE TRABAJO POR DIA.

EN ALEMANIA Y ALGUNOS OTROS PAISES DE LA COMUNIDAD EUROPEA, LA GUJA DE CONCENTRACION TECNICA ES DE 0.005 mgr/zms PARA LA LIMADURA DE METAL DE BERILIO Y ALERACIONES; PERO PARA OTROS COMPUESTOS BERILICOS Y CIERTOS PROCESOS INDUSTRIALES ES DE 0.002 mgr/zms. EN LA UNION SOVIETICA Y ALGUNOS PAISES DE EUROPA DEL ESTE HAN ADOPTADO UN VALOR LIMITE DE 0.001 mgr/zms.

ANTERIORMENTE, LA DETECCION DE BERILIO ERA DETERMINADA UNICAMENTE EN AREAS INDUSTRIALES; ACTUALMENTE, PUEDE ENCONTRARSE ESTE ELEMENTO EN DISTINTOS COMPONENTES DE UN ECOSISTEMA, ASI TENE-



MOS QUE LOS SUELOS DEDICADOS A LA AGRICULTURA Y EL AGUA NATURAL.  
LA CONCENTRACION DE BERILIO SE ENCUENTRA EN EL ORDEN DE  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .  
EN LOS ARBOLES, ARBUSTOS Y CACTOS LA CONCENTRACION DE BERILIO  
PUEDE ALCANZAR NIVELES TAN ALTOS COMO DE 3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . LAS PAFAS  
CONTIENEN 0.17  $\mu\text{g}/\text{kg}$  DE SUSTANCIA DESHIDRATADA; LOS TOMATES 0.24  
 $\mu\text{g}/\text{kg}$  Y LA LECHUGA 0.37  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . EN LOS CIGARRILLOS LOS NIVELES  
DE BERILIO SON DE 0.16 A 0.17  $\mu\text{g}/\text{CIGARRILLO}$  CON UN 4.5 - 10 % QUE  
ESCAPA CON EL HUMO. SE ESTIMA QUE LA INGESTION DIARIA DE  
BERILIO POR LOS SERES HUMANOS, INCLUYENDO LA VIA RESPIRATORIA,  
ESTA SITUADO EN UN RANGO DE LOS 20  $\mu\text{g}/\text{DIA}$ .  
(ESTAS CIFRAS SON APLICABLES A LOS E.U. Y LOS PAISES DE LA  
O.E.E.)

## V. USO DEL BERILIO EN ODONTOLOGIA.

DENTRO DEL PROCESO DE DESARROLLO DE ALEACIONES METALICAS NO NOBLAS. EL COSTO HA SIDO UNA DE LAS DETERMINANTES. PARA EL USO CADA VEZ MAS FRECUENTE DE ALEACIONES DE NIOBEL- CADMO Y COBALTO- CROMO. SIENDO EL OXIDO DE CADMO PRODUCIDO EN AMBAS ALEACIONES, LAS QUE PROVEEN LA UNION DEL METAL CON LA PORCELANA.

APARTE DE ESTOS COMPONENTES. EN AMBAS ALEACIONES, PUEDEN ENCONTRARSE TAMBIEN:

SILICIO. MANGANESE, FOSFORO, HIERRO, INDIO. ESTADIO, BERILIO Y ZINCO EN DIFERENTES PROPORCIONES.

EL BERILIO FORMA UNION DE UNION Y DA FLUIDEZ A LA ALEACION YA QUE DISMINUYE EL PUNTO DE FUSION. EL CONTENIDO MAXIMO ES DE 2%.

LOS FABRICANTES QUE EMPLEAN ESTE ELEMENTO EN SUS ALEACIONES INDICAN QUE UNA VEZ ALEADO NO ES LIBERADO O DISUELTO EN BOCA: COMO YA SE HA VISTO CON ANTERIORIDAD, EL BERILIO Y EL OXIDO DE BERILIO SE COMBINA EN AEREA CON UNA CONCENTRACION DE 5 P.P.M. DE CUALQUIER ION HALURO (FLUOR, CLORO, BROMO, YODO Y ASTATO), FORMANDO COMPUESTOS QUE SI LLEGAN A SER ABSORBIDOS POR EL ORGANISMO, PUEDEN SER TOXICOS. ADEMÁS, ES UN ELEMENTO CONSIDERADO CARCINOGENICO. PUEDE, ASI MISMO, PRODUCIR ENFERMEDAD PULMONAR YA SEA AGUDA O CRONICA (BERILIOSIS), DERMATITIS POR CONTACTO O REACCIONES DE HIPERSENSIBILIDAD.

EN LOS ESTADOS UNIDOS, LOS FABRICANTES DE ALEACIONES CON BERILIO ESTAN OBLIGADOS A INFORMARLO EN SUS PRODUCTOS, ASI COMO LAS PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR PARA SU MANIPULACION, Y QUE SON:

- A) HACER LOS CULADOS EN AREAS BIEN VENTILADAS, PARA EVITAR LA INHALACION DE SUS VAPORES.

b) HACER EL TERMINADO VESGADO Y SOLIDO CON MOTORES  
PROVISORIOS DE SISTEMA DE SUCCION, Y

c) EVITAR HACER DESGASTES INTRAORALES DE LAS PROTESIS, PARA  
QUE EL PACIENTE NO INHALE O INSIBA LAS PARTICULAS.

SIENDO EL NIVEL COMO EL METAL MAS ALERGENICO, POR SER COM-  
PONENTE DE TANTAS CLASES DE ARTICULOS DE USO DIARIO COMO :

PULSERAS, ARETES, ANILLOS, MONEDAS, ETC., Y QUE ESTAN EN CONTACTO

CON LA PIEL, Y TENIENDO EL BERILIO POCADA CAPACIDAD DE HIPERSEN-  
SIBILACION, SE HACE NECESARIA LA REALIZACION DE UNA DETERMINA-  
CION CLINICA CUANDO DE ESTE TIPO DE REACCIONES, ANTES DE DE-  
CIDIR EL USO DE ESTAS ALERGIAS, EN LA CONFECCION DE UNA PROTE-  
SIS METAL-CERAMICA.

## VI. CONCLUSIONES.

EL USO DE LAS ALERACIONES CON CONTENIDO DE BERILIO, DENTRO DE LA PRÁCTICA COTIDIANA DE LA PROTESIS Fija METAL-PORCELANA, DEBEN SER SOMETIDA A UNA CUIDADOSA EVALUACION, PUES COMO SE HA VISTO EN LA PRESENTE INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA, EL BERILIO PUEDE PRODUCIR DAÑOS A LA SALUD, TANTO DEL TECNICO DENTAL EMBAJADO DE LA MANIPULACION DE ESTAS ALERACIONES, COMO DEL CIRUDANO DENTISTA AL HACER BUCHESTES EN LAS BARRAS METALICAS; Y DEL PACIENTE MISMO, QUE EN ESTE MISMO PROCESO PUEDE INHALAR EL POLVO PRODUCIDO Y COMO PORTADOR DEL TANGAMO FINAL, YA QUE EN TODO MOMENTO SE ENCUENTRA EXPUESTO A TONES HALURO, LOS CUALES, COMO SE HA VISTO, ES POSIBLE QUE PRODUZCAN ALGUN GRADO DE CORROSION DEL BERILIO, FORMANDO SALES QUE PODRIAN LLEGAR A SER ABSORVIDAS POR EL ORGANISMO (CERD SE SUGIERE COMO FLEXIBILIDAD, PUES NO SE ENCONTRARON PUBLICACIONES CON ESTUDIOS RELACIONADOS A ESTE PROCESO), CUMPLIENDOSE A LOS QUE SE ARGUYEN, PROVENIENTES DEL MEDIO AMBIENTE.

LA CANTIDAD Y CONCENTRACION A LOS QUE EL CIRUJANO DENTISTA Y EL PACIENTE ESTAN EXPUESTOS QUIZA NO TENGAN SIGNIFICANCIA CLINICA; SITUACION QUE NO SE DA PARA EL TECNICO DENTAL, QUE POR SU MISMA ACTIVIDAD, SE ENCUENTRA EXPUESTO A UNA CONCENTRACION DIARIA MAYOR, POR LO QUE LOS RIESGOS A SU SALUD SE VEN INCREMENTADOS Y ES AQUI, EN DONDE LAS NORMAS DE SEGURIDAD EN LA MANIPULACION DE ESTAS AEROSOLIZACIONES DEBEN SER OBSERVADAS DE MANERA RIGUROSA Y RECOMENDARSE UN CHEQUEO MEDICO AL MENOS UNA VEZ AL AÑO.

## VII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- CHEMICAL AND PROCESS TECHNOLOGY ENCYCLOPEDIA.  
CONSOLIDINE, DOUGLAS S.  
EDITORIAL McGRAW - HILL  
1974, U.S.A. p. 61186.
- 2.- HANDBOOK ON TOXICITY OF INORGANIC COMPOUNDS.  
SEILER G. HANDE, SIGEL HELMUT.  
ED. PARCEL DEKLER, INC.  
1980, NEW YORK, U.S.A. p. 100-173.
- 3.- ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY VOL. 2  
ED. RAYMOND E. GIBBS DONALD F.  
EDITORIAL INTERSCIENCE ENCYCLOPEDIA, INC.  
1982, NEW YORK, U.S.A. p. 490-508.
- 4.- PATOLOGIA HUMANA.  
ROBBINS, STANLEY L.  
EDITORIAL INTERAMERICANA.  
1982, MEXICO, D.F. 3a. EDICION p.399.
- 5.- REVISTA PRACITICA ODONTOLOGICA.  
QUINTERO ENGELBRECHT, MIGUEL A.;  
BARDELO SANTANA, FEDERICO;  
PALMA CALERO, MARCO.  
VOLUMEN 12 NUMERO 1.  
ALEACIONES PARA TRABAJOS METALO-CERAMICOS (3a.PARTE).  
ENERO 1991, p. 20-26.