



# UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

## ESCUELA DE POSTGRADO

### INCIDENCIA DE AMALGAMA DENTAL EN ACUMULACION DE MERCURIO EN PACIENTES TITULARES, ATENDIDOS EN EL POLICLINICO PNP HUARAZ, ANCASH, PERU, 2013

Tesis para optar el grado de maestro  
en Políticas Sociales  
Mención en Gerencia de Proyectos y Programas Sociales

**LUZ ARELIS MORENO QUISPE**

Asesora: **Dra. MAGNA GUZMAN AVALOS**

Huaraz – Ancash– Perú

2021

Nº Registro Nº **T0791**



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Código de alumno: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ D.N.I. n°: \_\_\_\_\_

*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)*

**2. Tipo de trabajo de Investigación:**

Tesis

Trabajo de Investigación

Trabajo Académico

**3. Trabajo de Investigación para optar el grado de:**

\_\_\_\_\_

**4. Título del trabajo de Investigación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5. Escuela:** \_\_\_\_\_

**6. Programas:** \_\_\_\_\_

**7. Asesor:**

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_ D.N.I n°: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ ID ORCID: \_\_\_\_\_

**8. Referencia bibliográfica:** \_\_\_\_\_

**9. Tipo de acceso al Documento:**

Acceso público\* al contenido completo. Acceso

restringido\*\* al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

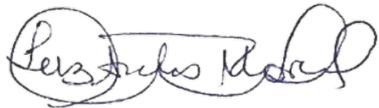
En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

## 11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



*El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.*

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

## 12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



Varillas William Eduardo  
Asistente en Informática y Sistemas

- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
ESCUELA DE POSTGRADO

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis, que suscriben, reunidos en acto público en el auditorio de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" para calificar la Tesis presentada por el:

Bachiller : **LUZ ARELIS MORENO QUISPE**

Título : *Incidencia de la Amalgama dental en la acumulación de Mercurio de los pacientes titulares, atendidos el 2013 en el Policlínico PNP Huaraz, Ancash, Perú*



Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones finales, lo declaramos:

Aprobado con Mención, con el calificativo de Dieciocho (18)

De conformidad al Reglamento General a la Escuela de Postgrado y al Reglamento de Normas y Procedimientos para optar los Grados Académicos de Maestro y Doctor, queda en condición de ser aprobado por el Consejo de la Escuela de Postgrado y recibir el Grado Académico de Maestro en Políticas Sociales con Mención en Gerencia de Proyectos y Programas Sociales, a otorgarse por el Honorable Consejo Universitario de la UNASAM.

Huaraz, 19 de Setiembre del 2014.

  
Dra. Consuelo Teresa Valencia Vera  
PRESIDENTE

  
Mg. Bibiana León Huerta  
SECRETARIO

  
Dra. Magna Guzmán Avalos  
VOCAL

## MIEMBROS DEL JURADO

*Doctara* Consuelo Teresa Valencia Vera

Presidente



---

*Doctora* Bibiana María León Huerta

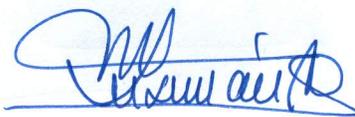
Secretaria



---

*Doctora* Magna Guzmán Avalos

Vocal



---

**ASESORA**

***Doctora Magna Guzmán Avalos***



## AGRADECIMIENTO

A mis profesores (as), en especial a la Dra. Magna Guzmán por su paciencia y apoyo metodológico en todo el proceso de la investigación



A mis padres.  
A mi esposo y a mí querida hija Laia Espinoza.  
A mis profesores (as)



## RESUMEN

Contexto: En el Perú, al igual que en algunos países latinoamericanos se ha empleado la amalgama dental, debido al bajo costo que representaba adquirirlos frente a otros materiales de restauración y, escasas investigaciones referidas a este tema fueron realizadas en Perú. Propósito: determinar la incidencia de las restauraciones con amalgama dental en relación a la acumulación de mercurio en pacientes titulares atendidos en el Policlínico de la Policía Nacional del Perú - PNP - Huaraz, de la Región Ancash, así como identificar el uso de prótesis removible o fija en estos pacientes. Métodos: 930 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión y participaron del estudio. Se recogió la información por medio de un examen bucal y odontograma. Para el análisis estadístico, la información se procesó mediante el programa SPSS versión 20.0. Resultados: El 68.28% de pacientes tiene exposición a restauraciones de amalgama dental, el 8,27%, 4,09% y 0,32% presento 5, 10 y 15 superficies dentales respectivamente con amalgama dental, acumulando 0.5 de ug/L, 1 ug/L y 1.5 ug/L de mercurio en orina. No obstante; 0.5 ug/L es el límite admisible de mercurio en orina según la Organización Mundial de la Salud. 1.2% y 12% de casos emplean prótesis parcial removible y prótesis fija. Conclusiones: Existe una correlación significativa ( $p < 0.001$ ) entre la acumulación de mercurio en la orina y la exposición de amalgama dental en las superficies dentales de pacientes atendidos en el Policlínico PNP – Huaraz, Ancash.

**Palabras clave:** Amalgama dental; empastes dentales; concentración de mercurio; policías.



## ABSTRACT

**Context:** In Peru, as in some Latin American countries, dental amalgam has been used, due to the low cost that represented to acquire them compared to other restorative materials and, scarce investigations referred to this topic were carried out in Peru. **Purpose:** To determine the incidence of restorations with dental amalgam in relation to the accumulation of mercury in patients treated at the Polyclinic of the National Police of Peru - PNP - Huaraz, in the Ancash Region, as well as to identify the use of removable or fixed prostheses in these patients. **Methods:** 930 patients met the inclusion criteria and participated in the study. The information was collected by means of an oral examination and odontogram. For the statistical analysis, the information was processed using the SPSS program version 20.0. **Results:** 68.28% of patients had exposure to dental amalgam restorations, 8.27%, 4.09% and 0.32% presented 5, 10 and 15 dental surfaces respectively with dental amalgam, accumulating 0.5 ug/L, 1 ug/L and 1.5 ug/L of mercury in urine. However; 0.5 ug/L is the allowable limit of mercury in urine according to the World Health Organization. 1.2% and 12% of cases employ removable partial prosthesis and fixed prosthesis. **Conclusions:** There is a significant correlation ( $p < 0.001$ ) between mercury accumulation in urine and dental amalgam exposure on dental surfaces of patients attended at the Policlínico PNP - Huaraz, Ancash.

**Key Words:** Dental amalgam; dental fillings; mercury concentration; police officers.



## ÍNDICE

	<b>Página</b>
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1-3
Objetivos	2
Hipótesis	2
Variables	2
II. MARCO TEÓRICO	4-44
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases Teóricas	8
2.2.1. Amalgama dental	8
2.2.2. Acumulación de Mercurio	15
2.3. Definición de Términos	42
III. METODOLOGÍA	45-50
3.1. Tipo y diseño de investigación	45
3.2. Plan de recolección de la información y/o diseño estadístico	45
3.2.1. Población	46
3.2.2. Muestra	46
3.3. Instrumentos de recolección de información	47
3.4. Plan de procesamiento y análisis de la información	49
IV. RESULTADOS	51-55
V. DISCUSION	56
VI. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES	58
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	59-62
ANEXO	63



## I. INTRODUCCIÓN

Estudios realizados por Kingman et al; 1998 sostienen que 10 superficies de amalgamas dentales en la cavidad oral equivalen a  $1\mu\text{g/L}$  de mercurio inorgánico en la orina de los pacientes. No obstante, existen diversas investigaciones que señalan que las amalgamas dentales por su alta concentración de Hg generan un alto coste económico (Dye et al., 2005). Según la Organización Mundial de Salud la cantidad permisible de mercurio en el organismo es  $0.5\mu\text{g Hg/L}$  (WHO, 1991).

La exposición del hombre a los vapores de mercurio metálico se remonta a la antigüedad, pero continúa hoy en día el trabajo con amalgamas dentales existiendo riesgo para la salud. Además, se refuerza la cadena de exposición del mercurio por la contaminación de los ríos debido al metilmercurio de tejidos comestibles de los peces. El mercurio ha sido objeto de varias investigaciones epidemiológicas y siguen siendo objeto de un intenso debate. Añadido a esto, el etilmercurio en forma de conservante, timerosal, agregado a ciertas vacunas, es la forma más reciente de mercurio que se ha convertido en un desafío para la salud pública (Kasraei et al., 2010).

En esa línea de investigación este estudio tuvo por objeto determinar la incidencia de la amalgama dental en la acumulación de mercurio en orina de pacientes atendidos en el Policlínico PNP Huaraz-Ancash. La población involucrada en el estudio han sido pacientes titulares y en actividad con exposición a tratamientos con amalgamas dentales que acudieron al servicio de odontología durante el año 2013.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Determinar la incidencia de la amalgama dental en la acumulación de mercurio en orina de pacientes titulares atendidos en el Policlínico PNP Huaraz-Ancash.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar el número de pacientes con presencia de amalgamas dentales que presentan prótesis parcial removible y fija, que acuden al servicio de odontología en el Policlínico PNP de Huaraz

### **Hipótesis**

Se ha demostrado con el estudio que existe una correlación significativa entre el número de superficies de amalgamas dentales que presentan los pacientes titulares atendidos en el Policlínico PNP Huaraz-Ancash y la acumulación de mercurio en la orina.

### **Variables**

<b>Nombre de variable</b>	<b>Tipo de variables</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Unidades de medida</b>
Amalgama dental	Variable Independiente	Es una aleación de mercurio, plata, estaño, cobre, y Zing, empleada en las curaciones dentales que serán medidas por el examen clínico y odontograma.	Material dental por superficie	Número de superficies expuestas o no con amalgama dental	Ordinal	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18
Acumulación de mercurio	Variable Dependiente	Es la concentración de mercurio en el organismo según el número de piezas dentarias con aleación metálica, que será medidos por el examen clínico y odontograma.	- Concentración de mercurio en orina	- Equivalencia de superficies dentarias con amalgama y $\mu\text{g/L}$ de Hg en orina	Intervalo	- 10 superficies dentarias con amalgama equivalen a 1 $\mu\text{g/L}$ de Hg en orina
Pacientes atendidos en el Policlínico PNP-Huaraz	Variable Interviniente	Son personas titulares de la Policía Nacional del Perú atendidos en el Policlínico PNP de Huaraz, Ancash.	Tratamiento rehabilitador	- Presencia de prótesis parcial removible - Presencia de prótesis fija	Nominal	- Si o No

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Sagun (Stejskal, Vera DM et al., 1996) con el estudio “Mercury-specific lympho-cytes and indication of mercury allergy in man”, Suecia concluyen qué:

18 pacientes con liquen plano oral (LPO) relacionados a las curaciones de amalgama dental tienen significativamente más alta reactividad a los linfocitos al mercurio inorgánico, producto de la corrosión de la amalgama en comparación con grupos de control. Además, la eliminación de los empastes de amalgama dio lugar a la desaparición de los cambios de la mucosa oral, lo que indica una relación causal. Las respuestas positivas a fenilmercurio (fenil-Hg), un agente bactericida en los empastes de raíz y en las preparaciones farmacéuticas. También observaron en el grupo de liquen oral, pero no en los grupos control. Por lo tanto, la exposición crónica de bajo grado al mercurio puede inducir a un estado de sensibilización sistémica que han verificado los autores por la reactividad de los linfocitos Hg-específica in vitro (Stejskal, Vera et al., 2013; Stejskal, Vera DM et al., 1996).

Por su parte, (Kingman et al., 1998) sostienen que pequeñas cantidades de vapor de mercurio liberan las amalgamas dentales y que el vapor de mercurio está asociado a efectos que dañan la salud de las personas con exposición ocupacional al mercurio.

Los autores investigaron la exposición de amalgama en una población ocupacionalmente no expuesta al mercurio para conocer si es significativa la asociación entre la exposición a amalgama dental y los niveles de mercurio en orina y/o sangre. La cohorte investigada según los autores fue: “una población de adultos militares que ascendía a 1127 hombres sanos. La edad media de la población era de 52,8 años y sus edades entre 40 a 78 años. El 95% de los participantes fueron hombres de raza blanca, y un poco más del 50% tenían educación universitaria. 5% eran desdentados. Los participantes dentados, en promedio, tenían 25 dientes naturales, 36,9 superficies con caries o rellenos (DFS), y 19.9 superficies expuestas a la amalgama. Las superficies expuestas con la amalgama variaban de 0 a 66 superficies. El promedio y totales de mercurio inorgánicos en concentraciones de orina fueron 3,09 microg/L y 2,88 microg/L. El promedio y totales de mercurio inorgánico en concentraciones de sangre fueron 2,55 microg/L y 0,54 microg/L. Los autores detectaron correlaciones significativas entre la exposición de amalgama y el total ( $r = 0,34$ ,  $p < 0,001$ ) y  $0,34$  ( $r = 0,34$ ,  $p < 0,001$ ) de concentraciones de mercurio inorgánico en la escala original. Se encontraron correlaciones más fuertes para el total ( $r = 0,44$ ,  $p < 0,001$ ) y Hg inorgánico ( $r = 0,41$ ,  $p < 0,001$ ) en orina en la escala logarítmica, así como para el total de creatinina corregido ( $r = 0,43$ ,  $p < 0,001$ ) e inorgánica ( $r = 0,43$ ,  $p < 0,001$ ) de concentraciones de orina. En toda la sangre, fue estadísticamente significativa, pero biológicamente débil, detectando correlaciones para el total ( $r = 0,09$ ,  $p = 0,005$ ) e inorgánico ( $r = 0,15$ ,  $p < 0,001$ ) de concentraciones Hg,

respectivamente”. Basándose en estos datos de sección transversal, los autores estimaron que, en promedio, cada aumento de diez superficies dentales expuestas a amalgama dental se asocia con un incremento de 1 microg/L de mercurio en la concentración de orina (Kingman et al., 1998).

Según (Stejskal, Vera et al., 2013) señala “Metal-induced inflammation triggers fibromyalgia in metal-allergic patients”, Suecia. Concluyeron que la fibromialgia es un síndrome con etiología multifactorial, que en muchos casos se presenta con alergia a metales y que eliminando el metal se mejora la salud del paciente e incluso desaparecido los síntomas de la enfermedad.

Además, (Ditrichova et al., 2007) con su estudio sobre “Oral lichenoid lesions and allergy to dental materials” concluyeron que “las pruebas epicutáneas mostraron sensibilización en la patogénesis de manifestaciones liquenoides en la cavidad oral”. Por las características de estas lesiones premalignas los autores aconsejan la sustitución de materiales dentales como la amalgama y el seguimiento de estos pacientes. Según los autores: “60% de los pacientes mostraron sensibilización a 1 o más alérgenos, con un total de 31 reacciones positivas. La mayor frecuencia de reacciones positivas fueron metales dentales, con un total de 27 reacciones positivas. El orden de los metales ensayados según la frecuencia de reacciones positivas fue del mercurio de la amalgama (06.25.24%), níquel (04.25.16%).

Paladio (04.25.16%), cobalto (03.25.12%), oro (2/25/8%), cromo (1/25/4%), indio (1/25/4%). La relevancia clínica de los resultados con respecto a la presencia de material en la boca se demostró en 44% de los pacientes. En 9 pacientes, la sustitución de los materiales probados positivamente condujo a la curación o a la regresión significativa de cambios en la mucosa oral” (Ditrichova et al., 2007).

Según estos antecedentes, las personas que presentan curaciones dentales con amalgamas dentales, prótesis metálicas, implantes dentales, placas o tornillos metálicos que presenten síntomas y trastornos de salud difusos que no se relacionan con un síndrome clásico, se puede sospechar de alergia a metales.

Además, diversos Organismos Científicos internacionales como el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo español (INSHT), la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR); la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (OSHA); la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) aún consideran los límites admisibles propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1991) sobre el mercurio inorgánico  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el aire y  $50\mu\text{g}/\text{g}$  creatinina en orina en personas que por su trabajo están en contacto con Hg o sus derivados (WHO, 1991).

Así mismo, estas instituciones advierten que el mercurio es un metal pesado que está presente en la naturaleza y que a una temperatura y presión del ambiente se presenta como un líquido de color blanco plateado. Se evapora en la atmósfera y puede permanecer en el ambiente hasta un año. Cuando el mercurio se libera en el aire, éste lo transporta y se deposita en todas partes del ambiente. El mercurio en su forma orgánica es más tóxico, es decir como metilmercurio, cuando se acumula en el tejido de los peces. Puede ser mortal cuando se inhala y también perjudicial por absorción de la piel debido a que cerca del 80% del vapor de mercurio por medio de los pulmones hacia la sangre (WHO, 1991).

## **2.2.Bases Teóricas**

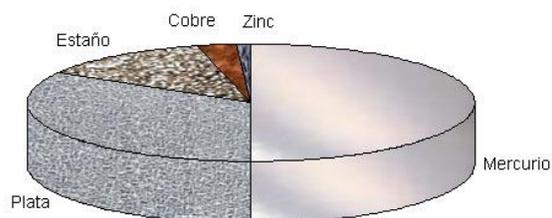
### **2.2.1. Amalgama dental**

La amalgama dental es una aleación metálica utilizada como material de obturación, que tiene aproximadamente un 50% de mercurio. Su uso varío por la técnica, la propiedad de auto-sellado y su longevidad (Macorra García, José Carlos de la et al., 1982).

La amalgama se obtenía mezclando mercurio líquido con otros metales como plata, cobre, estaño y zinc, hasta alcanzar una consistencia pastosa. Se colocaba el empaste presionando fuertemente en la cavidad dental previamente preparada según la técnica. Durante este proceso, el mercurio sobrante sube a la superficie se retira. La amalgama se solidifica y se endurece poco a poco resultando un empaste sólido. (Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) y el Comité

Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales (CCRSM) de la Comisión Europea., 2015). Sin embargo, después de su colocación se libera vapor de mercurio, pero en cantidades mínimas. Según (Spencer, 2000) el mercurio de la amalgama dental “se libera como iones inorgánicos por la abrasión de estas superficies y los adultos están expuestos al mercurio en aproximadamente 2 a 5  $\mu\text{g}/\text{d}$  de los empastes de amalgama dental, que es del 25% al 50% del mercurio total absorbido” a diario en caso de un adulto.

#### a) Composición Química de la Amalgama Dental



Fuente: GreenFacts

#### b) Clasificación de la Amalgama Dental según la forma de Partícula

##### b1. Aleación de partículas irregulares.

Según Barbero (2000) se trata de partículas que se obtienen mecánicamente al desgastar lingotes de metales. Se necesita una mayor cantidad de mercurio para humedecer las partículas irregulares. Se caracteriza por la fragilidad y la reacción de amalgamación que es incompleta (Barbero, 2000).

##### b2. Aleación de partículas esferoidales pequeñas.

Son partículas que necesitan menor cantidad de mercurio por la forma esféricas que presenta. Requieren un condensador más grande para que no se deslicen por un costado de la cavidad dental. Presenta mejores propiedades mecánicas, sin embargo, por la forma esférica de sus partículas no se adapta

correctamente a las paredes de la cavidad. No hay un buen sellado periférico y existe una distancia entre la amalgama y la cavidad. Este tipo de partícula se obtiene por la atomización gaseosa desde el estado líquido de la mezcla.

### **b3. Aleación de partículas esferoidales e irregulares.**

Son conocidas como partículas mixtas y resultan de la mezcla de partículas esferoidales y regulares, además; contienen un elevado contenido de cobre.

## **Propiedades de la Amalgama Dental**

Las propiedades de las amalgamas dentales dependen principalmente de sus propiedades físicas y mecánicas (Quintana Carrillo, 2015). Existen características que las afectan a este tipo de restauraciones que pueden ser:

**Tolerancia biológica:** La amalgama es un material noble y a pesar de la elevada tensión superficial el Hg genera “una separación entre el diente y restauración de 10 micrones, ello produce filtración marginal. Por ello la amalgama no produce un sellado marginal” (Bernal et al., 2014). Al desgastarse la amalgama dental se produce una corrosión del material que puede sellar dicha separación o interfase.

### **Cambios dimensionales:**

Según (Quintana Carrillo, 2015), se refiere a la contracción inicial que produce la aleación de amalgama dental una vez colocada en la cavidad preparada en el diente, es decir: “Ocurre cuando el Hg se difunde y disuelve

la fase gama. La expansión produce un crecimiento centrífugo por fases gama1 y gama2. Sin embargo, hoy en día se usan amalgamadores mecánicos reduciéndose el tamaño de la partícula y la cantidad de Hg es menor, lo que ha hecho que la contracción inicial sea menor” (Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) y el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales (CCRSM) de la Comisión Europea., 2015).

Tipos de expansiones tardías que afectan a las amalgamas dentales:

**Expansión retardada:** Se trata de la “disociación del  $H_2O$  en O y  $H_2$ . El Oxígeno forma ZnO y el gas  $H_2$  produce presión y expansión”. Ello ocurre en aleaciones que contienen Zn contaminadas con la humedad durante la etapa de trituración o condensación de la aleación. Inicia de 3 a 5 días después de colocar la amalgama en la cavidad dental, puede alcanzar hasta los 400 micrones y esto puede conducir a la fractura de alguna pared de la cavidad dental (Quintana Carrillo, 2015)

**Expansión mercurioscópica:** Se trata de la corrosión electroquímica que generan las amalgamas dentales debido al desdoblamiento de la fase gama 2 en Sn y Hg. El Sn reacciona con electrolitos de la boca y el Hg reacciona con la fase gama volviendo a formar gama1 y gama2 (Fuentealba & Villalobos, 2016). Esta expansión puede generar fragilidad en los márgenes de la obturación con amalgama y por consiguiente fractura.

### **Resistencia química**

Se refiere a la interrelación de acción química de la saliva y componentes orales con las amalgamas dentales, que pueden afectar en brillo, pigmentarse y corroerse.

**Corrosión:** Según el (Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) y el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales (CCRSM) de la Comisión Europea., 2015) es el “deterioro o degradación de la aleación metálica por medio de los electrolitos del ambiente, es decir la saliva y se debe: a) Metales en boca de diferente potencial eléctrico como el oro. b) Composición de los electrolitos de la saliva, lo que depende de residuos alimentarios, irregularidades superficiales, filtración marginal y falta de pulido”.

**Creep o corrimiento:** Es la “deformación permanente o plástica que sufre un sólido al ser sometido a una carga por debajo del límite proporcional. Influye en la integridad marginal de la obturación. La carga puede ser aplicada constantemente (estático) o intermitentemente (dinámico). Las amalgamas con alto contenido de cobre no forman fase gama 2, por lo que tienen un mejor comportamiento marginal y tienen un creep menor de 1%” (Garmendia Álvarez Rodrigo, 2012).

### c) Manipulación de la Amalgama Dental

Según el (Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) y el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales (CCRSM) de la Comisión Europea., 2015) Comité científico señala que la manipulación consiste en la mezcla de los componentes de la amalgama dental y está a cargo del operador o la asistente dental. A continuación, se describe las etapas que los autores consideran en este proceso.

**Dosificación:** La dosificación de la aleación con mercurio en el proceso manual es de 8 (Hg): 5 (aleación); en el proceso mecánico es de 1:1.

**Trituración:** Es el grado de trituración influye en la resistencia mecánica y química (Garmendia Álvarez Rodrigo, 2012).

**Manual:** Es la más contaminante se utiliza instrumentos y gasa.

**Mecánica:** Ocurre entre 6 a 20 seg, lo que depende del tipo de amalgama, tipo de aleación y cantidad presente en la cápsula (Garmendia Álvarez Rodrigo, 2012).

**Condensación:** Ocurre entre 3 a 3,5 minutos. Primeramente, se condensa por la cara proximal de la cavidad usando el condensador cilíndrico, luego se usa el condensador de bola y el de tipo discoide.

**Tallado y bruñido:** Realizar el bruñido facilita el pulido, dejando una superficie lisa, que termina de adaptar la amalgama a los bordes de la cavidad dental (Garmendia Álvarez Rodrigo, 2012).

#### **d) Exposición de los Pacientes y Trabajadores Dentales al Mercurio**

##### **Procedente de las Amalgamas Dentales**

Las personas están expuestas al mercurio elemental “al inhalar su vapor, mediante el contacto con la piel o la ingestión y el mercurio se penetra en el organismo. El vapor de mercurio se absorbe por los pulmones y se extiende por todo el cuerpo y se excreta lentamente” (Bharti et al., 2010).

Al inhalar “concentraciones muy altas de mercurio puede producir bronquitis, neumonía y afectar al sistema nervioso central, causando temblores musculares. Sin embargo, la exposición prolongada a altos niveles puede afectar a los riñones y al interior de la boca y encías. Estos efectos se han observado en trabajadores de industrias que utilizan mercurio” (Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) y el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales (CCRSM) de la Comisión Europea., 2015).

Las personas al exponerse al mercurio mediante materiales dentales que contienen mercurio como es el caso de las amalgamas dentales, el mercurio se libera mediante el desgaste normal de la obturación, pero es mucho menor el efecto que durante el proceso de obturación dental y extracción de restos de dicha obturación (Clarkson & Magos, 2006).

El personal dental está expuesto al mercurio, debido a su exposición con los vapores que se van liberando al realizar la obturación dental con la amalgama dental o al extraer este tipo de empastes dentales, los vapores se diseminan a través del aire por el sistema de aspiración mecánica.

### **2.2.2. Acumulación de Mercurio**

Se trata de la concentración de mercurio en un cuerpo inerte o vivo. Se trata también de la alteración bioquímica y fisiológica del organismo humano frente a la exposición de mercurio, que se muestra por signos y síntomas que resultan de la interacción del mercurio según sus presentaciones, dosis y canales de exposición en el cuerpo de la persona (Baek et al., 2016; DIRESA, 2012)

Según Guzzi et al; 2016 las amalgamas dentales “han contribuido de manera significativa a las enfermedades relacionadas con el mercurio en los seres humanos” (Guzzi et al., 2016). Sin embargo, en cada país la salud pública se afecta de diferente forma, un claro ejemplo es el estudio de (Nicolae et al., 2013) que sostiene “las concentraciones de mercurio urinario en la población canadiense en general son significativamente inferior que los valores considerados para plantear cualquier riesgo para la salud” (Nicolae et al., 2013).

La razón principal para emplear la amalgama dental según (Baek et al., 2016) es debido a “su relación coste-eficacia y la conveniencia operativa ya que sigue en uso como un material de restauración de la caries dental en los niños en muchos países”.

#### **a) Etiología**

El mercurio es un “metal pesado de color blanco plateado que se encuentra unido a diversos minerales de la corteza terrestre, principalmente bajo la forma de sulfuros de mercurio (cinabrio rojo), a temperatura ambiente se halla en

estado líquido” (Ministerio de Salud, 2013). Posee gran capacidad de mezclarse con otros metales excepto con el hierro, para formar una amalgama metálica. Su punto de fusión es de  $-38.4^{\circ}\text{C}$  y el punto de ebullición es de  $357^{\circ}\text{C}$ .

Según la Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación de mercurio se estima que el 30% del mercurio es de origen natural o elemental, siendo sus principales fuentes las emisiones volcánicas, la desgasificación de la corteza terrestre, la erosión de los minerales entre otros. Sin embargo, el 70% restante deriva principalmente de la actividad antropogénica como la minería, la incineración de productos urbanos y médicos, fungicidas, lámparas de mercurio, amalgamas dentales entre otros (Ministerio de Salud, 2013).

### Según la literatura el mercurio existe en 3 formas:

- **Mercurio elemental o metálico (HgO):** Es el mercurio en “forma líquida a temperatura ambiente y se transforma de líquido a vapor de mercurio procedente tanto de la desgasificación natural de la superficie terrestre como de la re evaporación del mismo. La forma líquida se encuentra en los termómetros de vidrio, barómetros, interruptores eléctricos, luz fluorescente y obturaciones dentales” (Bharti et al., 2010).

Según estudios de revisión consideran que “a partir de los 13°C el mercurio elemental emite vapores, y esta evaporación sube espontáneamente unas 360 veces de la concentración máxima permisible, facilitando la contaminación ocupacional” (DIRESA, 2012).

- **Mercurio Orgánico (Metilmercurio y Etilmercurio):** Según el (Ministerio de Salud, 2013) se trata del mercurio de forma covalente “unido a los átomos de carbono, es decir el metilmercurio (MeHg), que surge de la metilación del mercurio mercúrico ( $Hg^{++}$ ) a través de procesos no enzimáticos o por acción de las bacterias. Este compuesto es sumamente toxico debido a que es hidrofóbico y liposoluble, lo que permite acumularse en los tejidos orgánicos. Cuando el metilmercurio es liberado al agua puede difundirse a través de la cadena alimentaria acuática, desde el fitoplancton que luego es consumido por peces herbívoros donde se inicia la acumulación, y de allí estos peces son alimento de los peces carnívoros y mamíferos marinos, iniciando además la biomagnificación, conforme va avanzando la cadena alimentaria también pueden ser consumidos por los humanos, formando la principal causa de contaminación no ocupacional”. (Skare & Engqvist, 1994).

- **Mercurio inorgánico o sales de mercurio:** Según la (DIRESA, 2012) se trata de compuestos derivados del mercurio “mercurioso  $Hg^+$  y del mercúrico  $Hg^{++}$  unidos a átomos de Cl, N, O y S, destacando el calomel o cloruro mercurioso ( $HgCl$ ) o cloruro mercúrico ( $HgCl_2$ ), estos son usados en luces de bengala, papel calomel, mezclado con oro para pintura de porcelana, en electrodos de calomel, pilas y blanqueadores de dientes”.

#### b) Fisiopatología

Según la “Guía Práctica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Mercurio de la DIRESA” el mercurio ingresa al organismo a través de la vía inhalatoria, oral y dérmica (DIRESA, 2012).

- **Vía inhalatoria:**

Ocurre frecuentemente en el ámbito ocupacional y es la vía más habitual de intoxicación con mercurio, y en casos de emergencia puede darse por derrame de mercurio. El mercurio elemental ( $Hg^0$ ) “se transforma de su estado líquido a vapor de mercurio y dependiendo del grado de solubilidad en el agua va a depositarse en diferentes niveles del tracto respiratorio, siendo el blanco principal en una exposición aguda. Una vez inhalado se difunde hasta un 80% al flujo sanguíneo y al ser absorbido es oxidado a mercurio inorgánico divalente o mercurio mercúrico ( $Hg^{++}$ ) por medio de la acción enzimática como las catalasas. Aunque en cierto grado el mercurio elemental se acumula en

los riñones no produce daño renal” (DIRESA, 2012; Drasch et al., 1994; Skare & Engqvist, 1994).

- **Vía oral:** Por medio de esta vía “los compuestos orgánicos de mercurio ingresan al organismo a través de los alimentos, absorbiéndose en un 90 a 95% en el tracto gastrointestinal. Los compuestos inorgánicos de mercurio se absorben entre 2 a 15% de la dosis ingerida acumulándose en el túbulo renal proximal, donde puede producir falla renal aguda. El mercurio elemental no tiene buena absorción en esta vía, siendo 0.1%, lo que genera la formación de macromoléculas que dificultan su proceso de absorción y pasan por un proceso de oxidación” (DIRESA, 2012).
- **Vía dérmica:** A través del contacto con mercurio, han ocurrido casos de intoxicación por mercurio. “También por compuestos de aplicación tópica que han contenido metilmercurio. Significa que el mercurio absorbido es transportado por la sangre en células rojas hasta un 90% de los compuestos orgánicos y el 50% del mercurio inorgánico es transportado unido a la albumina” (Drasch et al., 1994; Kasraei et al., 2010; Vimy et al., 1997).

Según la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA el mercurio y los compuestos orgánicos “se distribuyen a todo el organismo, teniendo mayor afinidad por el encéfalo, es decir la sustancia gris, hígado y riñón, detectándose también en el epitelio de tiroides y páncreas, en las células medulares de las glándulas adrenales, espermatozoides, epidermis y cristalino”(DIRESA, 2012).

Respecto a los compuestos inorgánicos o sales de mercurio según la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA “se concentran básicamente en los riñones, hígado, intestino, piel, glándulas salivales, corazón, musculo esquelético, cerebro y pulmón. Durante una semana el 85% a 95% se redistribuye y almacena en los riñones” (Ministerio de Salud, 2013).

A pesar que el mercurio metálico es casi absorbido por el propio organismo, puede ser inhalado por los pulmones el vapor de mercurio y posteriormente entrar en contacto con todos los órganos a través del torrente sanguíneo (Drasch et al., 1994).

Según Skare & Engqvist, A (1994) el mercurio absorbido se acumula en el cuerpo, principalmente en los riñones, y se excreta por la orina y las heces.

Sin embargo, también (Skare & Engqvist, 1994) señala que “el vapor de mercurio elemental se difunde rápidamente a través de la barrera hematoencefálica y la placenta facilitando su acumulación en el cerebro del adulto como del feto. El metilmercurio conjugado con los grupos sulfhídricos-SH es transportado al interior del cerebro fetal a través de transportadores de aminoácidos de la barrera hematoencefálica (BHE) produciendo alteraciones congénitas cognitivas en el feto como parálisis cerebral, retraso mental y déficit motor relevante” (Vimy et al., 1997). Según (Okati et al., 2012) el mercurio inorgánico no es soluble en lípidos y no atraviesa fácilmente la barrera hemato-encefálica.

Para los compuestos inorgánicos según (Clarkson & Magos, 2006), “la vida media plasmática es de 23 a 40 días y de 50 a 70 días para los compuestos orgánicos, siendo la circulación enterohepática responsable de su tiempo de vida media prolongada” Sin embargo, señala el (Ministerio de Salud, 2013) “los compuestos de mercurio se eliminan preferentemente por las heces y la orina. El metilmercurio se excreta hasta un 90% en heces desde el hígado vía la bilis, y también por medio de la saliva, que corresponde a  $\frac{1}{4}$  de la concentración sanguínea y  $\frac{1}{10}$  de la concentración urinaria, y la exhalación puede representar hasta un 7% de la excreción”.

### c) Toxicidad

Según la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA se refiere a la elevada afinidad que presenta el mercurio con los grupos carboxilos, amidas, amins lo cual contribuyen a su toxicidad, esta toxicidad está relacionada principalmente a la unión covalente con grupos sulfhídricos (SH)(Ministerio de Salud, 2013).

Según el (Ministerio de Salud, 2013) el mercurio elemental “se oxida y da lugar a compuestos inorgánicos como el ion mercurioso que es inestable y se disocia a mercúrico, los que van a formar enlaces químicos, mientras que los compuestos orgánicos como los arilmercuriales se convierten rápidamente en iones mercúricos, distribuyéndose los alquilvercuriales como tales”.

La toxicidad a nivel de la membrana citoplasmática “produce alteraciones potenciales como necrosis o muerte celular. Esta membrana si bien posee grupos sulfhídricos que son esenciales para las propiedades de permeabilidad y transporte de la membrana celular, estos grupos SH tienen una gran afinidad por el mercurio y sus compuestos, y son importantes para un gran número de funciones mediadas por proteínas, especialmente las que son sintetizadas por las neuronas. Por tanto, el sistema nervioso central es afectado por la alteración en la homeostasis de calcio, las funciones de la membrana, la síntesis de proteínas, fosforilación, defosforilación y generación de radicales libres. Ocurriendo la toxicidad para el sistema neuromuscular con mercurio inorgánico menores de 0.1 ug/ml” (DIRESA, 2012).

Respecto a los compuestos orgánicos de mercurio señala la (DIRESA, 2012) que “son capaces de inhibir la síntesis de proteínas por alteraciones del ARN de transferencia, lo que podría explicar las aberraciones cromosómicas y anomalías congénitas observadas durante las intoxicaciones alimentarias con metilmercurio, así también afecta la homeostasis del ion calcio, inclusive a corto plazo, es decir en menos de 24 horas, produce muerte neuronal.”

Sin embargo, el (Ministerio de Salud, 2013) señala “la toxicidad y las manifestaciones clínicas están relacionadas con el tipo de compuesto de mercurio, la vía de absorción, la concentración, dosis y la duración de la exposición a mercurio. Una exposición a 28 mg/m<sup>3</sup> de mercurio elemental es considerada peligrosa, ya que la concentración más baja de metilmercurio en sangre asociada con síntomas identificables es de 0.2 ug/ml.”

#### **d) Aspectos Epidemiológicos**

Según la (DIRESA, 2012) el mercurio es un metal pesado más tóxico y ha generado casos de intoxicación desde siglos:

Así se evidencia en los registros de Aristóteles en el siglo IV A.C., quien evidenció su uso en ceremonias religiosas y lo denominó Hydrargyrium que significaba plata líquida. Sin embargo, los incas conocían el cinabrio no cristalizado al que denominaban Llimpi y lo utilizaron como pintura, los árabes los denominaron azogue. Pero durante la edad media según Paracelso en el siglo XVI, en la que floreció la alquimia, el mercurio tuvo una singular trascendencia para estos alquimistas por su principio formativo de metales Tria Prima: Mercurio-Azufre-Sal,

además su empleo se implicó en el tratamiento de la sífilis. En 1643 Torricelli empleo el mercurio en su barómetro, en 1720 Fahrenheit en el termómetro y a Priestley le sirvió de fundamento a finales del siglo XVIII para analizar los gases. Pero para los años 1800 en Inglaterra se reportaron cuadros demenciales en expuestos crónicos a mercurio. Todas estas manifestaciones fueron documentadas en las industrias de sombreros y pieles, donde la exposición se daba por inhalación de nitrato de mercurio usado para el laceado de pieles (DIRESA, 2012)

En los años 1860 según el (Ministerio de Salud, 2013), “se reportaron 111 casos más severos de exposición a metilmercurio, por exposiciones ocupacionales y dietéticas. Es así que, en Minamata Japón se presentó la mayor epidemia de intoxicación por metilmercurio y otros compuestos del mercurio que eran descargados de la Bahía de Minamata por la empresa petroquímica Chisso, quienes utilizaban mercurio etílico para obtener acetaldehído, que es un material para el cloruro de polivinilo (PVC), estos compuestos se bioacumularon en los peces y mariscos que consumía esta población. Por estos años los habitantes de las aldeas pesqueras desarrollaron un síndrome neurológico grave y permanente”.

También señala (Ministerio de Salud, 2013) que, “en 1971 y 1972 ocurrió otro caso grave cuando los granos de semilla fueron tratados con mercurio orgánico y distribuido para su consumo causando 459 muertes en Irak. Sin embargo, a

nivel de Latinoamérica la mayor contaminación con mercurio ocurrió en la Amazonia de Brasil, por la actividad extractiva de los mineros informales denominados garimpeiro”.

Para la década de los 90s “se reportaron casos de intoxicación por productos cosméticos que contenían calomel (cloruro mercurioso o mercuríco) en Estados Unidos y México” (DIRESA, 2012)

Durante la época del Virreinato en el Perú – 1564 según (Ministerio de Salud, 2013): “la mina azogue de Santa Bárbara (mercurio), ubicada a 3.675 m.s.n.m. en la región Huancavelica fue la más explotada, alcanzando una producción de 115 mil quintales de azogue, lo que también permitió obtener la plata de las minas Potosi y Laycacota cuyo destino fue las Cajas reales de España, y fue la principal causa de intoxicaciones laborales registradas por el Instituto de Salud Ocupacional- ISO por mercurio. Sin embargo, por los años 2000 entre los distritos de Magdalena (Choropampa) y San Juan de la provincia de Cajamarca, ocurrió el derrame durante su transporte de 151 kg de mercurio metálico equivalente a +-11 litros de mercurio, de propiedad de la minera Yanacocha, afectando a la salud de más de ochocientos pobladores” (DIRESA, 2012).

Por otro lado, el Instituto Nacional de Salud-INS CENSOPAS durante el 2012 ha realizado estudios de exposición de mercurio en poblaciones aledañas a fuentes naturales y antropogénicas como el estudio de línea base a las comunidades aledañas al Proyecto Minero Quechua-2010, al Proyecto Constancia en Cusco-2009, y al Estudio de intervención a la población de Huepetue Madre de Dios (DIRESA, 2012).

## Factores de Riesgo Asociados

Según la (DIRESA, 2012) existen varios factores de riesgo, entre ellos:

- **En el medio ambiente:** Los factores de riesgo a considerar podríamos indicar.
  - La ingesta de agua contaminada que proviene de fuentes de la minería informal y la industria o los hospitales.
  - Residir cerca de empresas minero metalúrgicas o lugares donde se explota oro y se usa el mercurio elemental como es el caso de la minería informal
  - La ingesta de alimentos contaminados con metilmercurio como los peces, atunes, bagres, mariscos y otros por fuentes contaminadas con mercurio metálico por actividad minera e industriales. Sin embargo, el (Ministerio de Salud, 2013) señala que la Food and Drug Administración- FDA de EEUU fijo un máximo permisible de 0.5 ppm en los alimentos.
  
- **La persona:** Los factores de riesgo a considerar podríamos indicar.
  - La susceptibilidad individual (hipersensible o atópicos) que hace vulnerable a la persona a la intoxicación por mercurio.
  - La ingesta accidental (ruptura de termómetros en las casas)
  - Las personas con antecedentes de enfermedades pulmonares y renales crónicas

- Las personas con amalgamas dentales o prótesis dentales según (Ministerio de Salud, 2013) “La amalgama dental es la principal fuente de exposición a mercurio elemental en la población general, a partir de 5 amalgamas dentales los niveles de mercurio en esa persona será más elevado de lo permitido en el organismo”.
- También señala Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA que las personas con “alteraciones intestinales como diverticulosis, fistula y obstrucción donde el mercurio puede quedar atrapado en el tracto gastrointestinal por un periodo de tiempo indefinido, permitiendo a las bacterias convertir el mercurio elemental en su forma orgánica que puede ser absorbida de forma sistémica permanentemente”. (Ministerio de Salud, 2013)
- **La ocupación:** Los factores de riesgo a considerar podríamos indicar.
  - La extracción del mercurio, la emisión de industrias o plantas termoeléctricas durante la generación de energía a partir de combustibles fósiles.
  - La producción metalúrgica de mercurio metálico, el tratamiento de minerales auríferos y argentíferos incluyendo la minería artesanal y a pequeña escala.
  - La producción de hidróxidos sódico y potásico como plantas de clorosoda, tintes y lámparas fluorescentes.

- La producción y reparación de aparatos de medición eléctricos incluyendo las electrolisis e instrumentos de laboratorio
- La fabricación de baterías, producción electrolítica de clorina y preparación de zinc amalgamado para pilas eléctricas
- La producción de amalgamas dentales en odontología
- Tratamiento de semillas y la protección de madera mediante compuestos orgánicos de mercurio

Es preciso indicar que el riesgo ocupacional más importante es la exposición a los vapores del mercurio elemental (Drasch et al., 1994; Skare & Engqvist, 1994) y según la DIRESA-Ancash la ausencia o incumplimiento de las normas de salud y seguridad en el trabajo, así como las condiciones de trabajo inseguras, la falta de capacitación al trabajador sobre los riesgos que implica el mercurio para su salud, o la misma actividad que realiza y la falta de uso de equipos de protección personal-EPP (respiradores, ropa de trabajo, entre otros, etc.) condicionan mayor riesgo de intoxicación (DIRESA, 2012).

#### **e) Intoxicación Aguda**

La revisión teórica de la (DIRESA, 2012) planteada en su Guía, refiere variables de intoxicación a considerar, los cuáles son:

- **Inhalación (mercurio elemental):** Ocurre frecuentemente en la población expuesta no ocupacionalmente y poco frecuente en el medio industrial que genera alteraciones como:
  - **Alteraciones pulmonares:** El vapor de mercurio elemental produce toxicidad aguda causando a pocas horas de exposición manifestaciones clínicas que incluyen disnea, bronquitis, dolor torácico, tos seca a menudo asociado a fiebre, escalofríos, dolor de cabeza, bronquiolitis y neumonitis química aguda (en niveles que exceden a 1mg/m<sup>3</sup> de mercurio). En casos más severos los síntomas pueden avanzar a hipoxia, fibrosis pulmonar, falla respiratoria y muerte. En los niños pueden desarrollar enfermedad pulmonar severa, incluyendo dilatación alveolar, enfisema intersticial y neumotórax (DIRESA, 2012; Ministerio de Salud, 2013).
  - **Alteraciones neuropsicológicas:** Según (WHO, 1991) se han evidenciado trastornos neurológicos y de comportamiento entre los que destacan: “letargo, confusión, temblores, debilidad, labilidad emocional, insomnio, pérdida de memoria y dolores de cabeza”. En casos más severos pueden presentar convulsiones y encefalopatía aguda (DIRESA, 2012).
  - **Alteraciones cutáneas:** La causa más frecuente de dermatitis alérgica de contacto, después del níquel y el cobalto ocurre como

resultado de la exposición a vapor de mercurio cuando ocurre derrames. Además, la contaminación se produce por contacto con termómetros rotos, amalgamas dentales, tintas de tatuajes y antisépticos (merthiolate) produciendo dermatitis crónica. No obstante, el Mercurio liberado de la amalgama dental al acumularse principalmente en los riñones puede aumentar la concentración de mercurio en los fluidos corporales tales como la leche materna, sangre, orina y saliva (Kasraei et al., 2010; Okati et al., 2012). Trabajos de (Vimy et al., 1997) sugieren que es innecesario la colocación y extracción de las restauraciones dentales de amalgama de plata en las embarazadas y lactantes ya que se somete al feto y al recién nacido a un riesgo innecesario de exposición de mercurio.

- **Alteraciones renales:** Ocurre por la inhalación de vapor de mercurio elemental causando toxicidad renal, que se manifiesta por proteinuria, síndrome nefrótico, disfunción tubular temporal, necrosis tubular aguda y en algunos casos puede causar insuficiencia renal oligúrica (DIRESA, 2012; Ministerio de Salud, 2013).
- **Alteraciones cardiovasculares:** El mercurio puede causar taquicardia e hipertensión en adultos y en niños también estar

relacionada con la hipersensibilidad al mercurio (Ministerio de Salud, 2013).

- **Alteraciones digestivas:** El mercurio puede causar estomatitis, colitis, sabor metálico, salivación, disfagia, dolor abdominal, diarreas y náuseas (DIRESA, 2012; Ministerio de Salud, 2013).
- **Ingestión (mercurio inorgánico y orgánico):** Genera alteraciones como:
  - **Alteraciones digestivas:** La ingesta de **mercurio** inorgánico o sales de mercurio a dosis altas produce inmediatamente gastroenteritis aguda, como consecuencia de la corrosión de la mucosa gastrointestinal (DIRESA, 2012). Así también, la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA señala que aparece dolor retro esternal y epigástrico, disfagia, vómitos, al inicio seroso y luego sanguinolentos, diarreas, deshidratación y cólicos intensos como consecuencia de la colitis ulcero hemorrágica (Ministerio de Salud, 2013).

Posteriormente a estos efectos tóxicos aparece la hipovolemia y shock cardiovascular, siendo la principal causa de muerte.

Hay que considerar que al segundo o tercer día puede aparecer estomatitis con sialorrea, tumefacción gingival, halitosis, sabor

metálico intenso y úlceras sangrantes como resultado de la eliminación de mercurio por la saliva. Días más de la intoxicación podría presentarse una inflamación de las glándulas salivales. sin embargo, la ingesta de mercurio orgánico de 10-60 mg/kg puede ser letal, ya que la dosis letal oral aguda de cloruro de mercurio (mercurio orgánico) es aproximadamente de 1-4 grs. Así mismo, la ingesta de mercurio elemental o metálico es considerada de poco riesgo por su pobre absorción vía gastrointestinal (DIRESA, 2012; Drasch et al., 1994).

- **Alteraciones renales:** Según la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA ocurrida las manifestaciones gastrointestinales producto de la intoxicación por mercurio inorgánico se produce un cuadro de insuficiencia renal oligúrica o anúrica como consecuencia de la necrosis tubular proximal con uremia, que puede conllevar a la muerte dentro de 8-12 días, en otros casos puede conllevar a la muerte en 24 horas, si hay otras complicaciones como falla respiratoria (Ministerio de Salud, 2013).
- **Contacto:** El mercurio genera alteraciones como:
  - **Alteraciones de la cavidad oral:** Ocurrida el contacto con el mercurio se produce glositis, estomatitis en forma de úlceras aftosas y herpes simple recurrente, también después de la

colocación de amalgamas dentales, el liquen plano oral también afecta la cavidad oral por las amalgamas que contienen mercurio metálico, hay presencia de una hiperpigmentación localizada gingivalmente y también puede generar la pérdida de piezas dentarias (DIRESA, 2012).

- **Alteraciones en piel y faneras:** Según la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA a este nivel ocurre dermatitis de contacto, eritemas escarlatiniformes, apareciendo principalmente a nivel de pliegues y en la región periumbilical, puede generar eritema multiforme, exantemas papuloeritematosos generalizados, pustulosis exantemática aguda generalizada, es decir eritrodermia generalizada que cubre rápidamente de pústulas superficiales, no foliculares y asépticas, acompañada de fiebre elevada y cura espontáneamente, también a este nivel puede ocurrir el síndrome de Baboon (Ministerio de Salud, 2013).

Por otro lado, las manifestaciones clínicas de toxicidad por mercurio suelen limitarse al cabello, produciendo alopecia difusa y cabellos distróficos, y en las uñas se produce una decoloración ungueal (DIRESA, 2012).

Sin embargo, ante una administración intravenosa de mercurio elemental (generalmente por intento de suicidio u homicidio) se puede generar un embolismo pulmonar agudo por signos y síntomas como disnea, dolor de pecho, hipoxemia y muerte, además el mercurio elemental puede transformarse a su forma inorgánica y producir falla renal (DIRESA, 2012; Kasraei et al., 2010; Skare & Engqvist, 1994).

#### f) Criterios de Diagnostico

La propuesta a nivel de la Región Ancash como criterio de diagnóstico que recoge la (DIRESA, 2012) es:

- **Epidemiológico:** Exposición ocupacional, personal (niños) y ambiental a fuentes contaminantes (fuentes industriales, actividades minero metalúrgicas, derrames y exposiciones accidentales) y naturales (Ministerio de Salud, 2013).
- **Clínico: Según la** Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA las manifestaciones compatibles con intoxicación por mercurio son las siguientes:

<b>MANIFESTACIONES CLINICAS DE LA INTOXICACION POR MERCURIO</b>			
<b>TIPO DE MERCURIO</b>			
<b>ORGANO/SISTEMA</b>	<b>ELEMENTAL</b>	<b>INORGÁNICO</b>	<b>ORGÁNICO</b>
<b>Ruta de exposición</b>	Inhalación	Inhalación (crónica) oral y dérmica	Oral
<b>Neurológico</b>	Temblores, Neuropatía periférica, Encefalopatía, Disartria	La toxicidad crónica por mercurio inorgánico es similar a la producida por mercurio elemental	Temblores, Parestesias, Disartria, Ataxia, Visión estrecha, Pérdida de audición, Espasticidad, <u>Encefalopatía</u>
	Erectismo: Timidez, labilidad emocional, nerviosismo, insomnio, pérdida de memoria, déficit de concentración		Erectismo  Neuroencefalopatía congénita: Retardo mental, micrognatia, Microcefalia, Ceguera, Corea.
<b>Gastrointestinal</b>		Vómitos, Hematemesis, Dolor abdominal, Perforación intestinal, Colitis	
<b>Renal</b>	Proteinuria-Síndrome Nefrótico	Falla renal aguda	
<b>Cardiopulmonar</b>	Neumonitis	Colapso cardiovascular	
<b>Piel</b>	Dermatitis alérgica, Queilitis, Gingivitis, Estomatitis, Salivación excesiva		
<b>Otros</b>	Acrodinia, Rash y descamación de palmas y plantas, Diaforesis, Fiebre, Esplenomegalia, Irritabilidad		

Fuente: Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA (Ministerio de Salud, 2013)

**Laboratorio:** Según la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA y (DIRESA, 2012) los indicadores biológicos de exposición que se consideran para valorar las concentraciones de mercurio, elemental e inorgánico, como son:

A personas no expuestas ocupacionalmente tienen valores referenciales. Dosaje de mercurio en orina <5 µgHg/L. o 5mg Hg/g de creatinina.

Según la Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA las personas expuestas ocupacionalmente tienen un índice biológico de exposición. Dosaje de mercurio en orina <50ug Hg/L o 35 mg Hg/g de creatinina (Ministerio de Salud, 2013).

#### **g) Exámenes Auxiliares**

- **Exámenes de laboratorio**

- Hematológicas
- Electrolitos séricos y gases arteriales
- Pruebas de función renal
- Grupo y factor sanguíneo

- **Exámenes de imágenes**

- Radiografía abdominal
- Radiografía de tórax
- Tomografía axial computarizada cerebral

Resonancia magnética (Ministerio de Salud, 2013)

- **Exámenes toxicológicos**
  - Indicadores biológicos de exposición

#### **h) Exámenes Complementarios**

- **Estudio electromiográfico**
- **Anatomía patológica**
- **Exploración psicológica**
  - Exploración de la inteligencia
  - Psicomotricidad
  - Aspectos emocionales

#### **i) Terapéutica**

A nivel de la terapéutica que considera “la Guía Práctica para el Diagnóstico y Tratamiento de la Intoxicación por Mercurio” señala que se debe observar principalmente la vía de intoxicación por mercurio antes de tratar, considerándose los siguientes aspectos:

- **En caso de contacto ocular:** Según el (DIRESA, 2012) se debe “realizar el lavado de la zona afectada con abundante agua por 15 minutos y referir al nivel correspondiente de atención”.
- **En caso de contacto dérmico:** Según Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA es necesario “Retirar toda la ropa contaminada y disponerla como un residuo toxico, es decir colocarla en una bolsa amarilla, realizar un lavado en la zona

afectada con abundante agua y jabón por 15 minutos, y si en caso hay una herida realizar la curación con una sustancia antiséptico. Si la irritación es persistente, referir al paciente al siguiente nivel de atención”

**En caso de inhalación de vapores de mercurio metálico:** La Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA señala “Retirar a la persona contaminada, brindar las medidas de soporte (oxígeno húmedo permanente, manejo electrolítico entre otros, lavar la piel y mantenerla en observación por 6-12 horas, porque se puede presentar una neumonitis aguda según evolución clínica”

**En caso de ingestión:** Según (Ministerio de Salud, 2013), por la acción corrosiva de los compuestos mercuriales “debe prevenirse los cuadros de gastroenteritis y deshidratación severa, mediante la administración de fluidos intravenosos para corregir el desbalance hidroelectrolítico”. Así mismo, (DIRESA, 2012) señala “la rehidratación debe ser cuidadosa para evitar la sobrecarga de fluidos que contribuyan a generar un edema agudo del pulmón. En caso se presente daño renal, es decir tubulopatías anúricas se debe monitorizar la función renal y recurrir a hemodiálisis de ser necesario”

Según la (DIRESA, 2012) es preciso considerar que, “el mercurio inorgánico es caustico, con riesgo potencial de perforación, por lo que no está indicado el lavado gástrico”.

Según (DIRESA, 2012), “la ingesta accidental del mercurio elemental, al no presentar una buena absorción a nivel del tracto gastrointestinal no es necesario acelerar su tránsito, ya que se eliminara sin problemas”. Así mismo, el (Ministerio de Salud, 2013) señala “en caso de consumo masivo se debe considerar la irrigación intestinal con polietilengicol vía oral en las dosis siguientes: En niños de 9 meses a 6 años suministrarle 500 mililitros/hora, en niños de 6 a 12 años suministrarle 1000 mililitros/hora y en adultos inicialmente 2 litros, seguido de 1.5 a 2 litros por hora. El uso y duración del lavado dependerá de los exámenes radiográficos y la radiopacidad hallada”.

- **En caso de tratamiento con Quelantes:** Según el (Ministerio de Salud, 2013) el médico tratante “sea medico toxicólogo, médico internista, emergencista, etc. debe evaluar riesgo-beneficio para el paciente. Se debe considerar que este tratamiento es exclusivamente hospitalario a partir del III nivel de atención y requiere de supervisión médica para la evaluación de la función hepática, renal, hematológica ante s, durante y después de la quelación”. Además, según la (DIRESA, 2012)

“debe contarse con el consentimiento informado del paciente o familiar responsable del paciente. Luego de la quelación el paciente debe retirarse definitivamente de la fuente de exposición.” El esquema de tratamiento propuesto por la DIRESA-ANCASH es el siguiente:

<b>ESQUEMA DE TRATAMIENTO ESPECIFICO EN INTOXICACION CON MERCURIO</b>			
<b>Quelación: Se inicia en base al tipo de exposición:</b>			
<b>1.- Terapia inicial:</b> Succimer o DMSA (Acido 2.3 dimercaptosuccínico), se puede emplear para todas las formas de toxicidad por mercurio, basados en el siguiente esquema:			
<b>Vía de administración:</b>	<b>Dosis:</b>	<b>Veces al día:</b>	<b>Días:</b>
<b>Oral</b>	10 mg/Kg	3	5
	10 mg/Kg	2	14
El tratamiento completo son 19 días empleándose también el siguiente esquema:			
<b>Dimercaprol o BAL (British anti-Lewsite)</b> en casos de toxicidad por mercurio inorgánico y elemental, siguiendo el esquema:			
<b>Vía de administración:</b>	<b>Dosis:</b>	<b>Veces al día:</b>	<b>Días:</b>
<b>IM</b>	3-5 mg/Kg	6	2
	2.5-3 mg/kg	4	2
	2.5-3 mg/kg	2	1-3
<b>2.-Terapia alternativa:</b>			
Penicilamina, empleándose en casos de toxicidad por mercurio inorgánico y elemental.			
En niños se usa inicialmente 10 mg/kg/día y aumentar gradualmente a 30 mg/kg/día, dividido en 02 o 03 dosis, según su tolerancia. Se puede emplear dosis hasta de hasta 100 mg/kg en 04 dosis divididas, dependiendo de la gravedad de la intoxicación y los efectos adversos. Dar cada dosis antes de las comidas máximo 1 g/día.			
<b>Vía de administración:</b>	<b>Dosis:</b>	<b>Veces al día:</b>	<b>Días:</b>
<b>Oral</b>	Adulto	1-2	7-14
	1000 a 1500 mg/Kg	Antes de las comidas	
<b>3.- Consideraciones:</b>			
Para los adultos y niños se puede repetir el tratamiento luego de 3 a 5 días de terminado la terapia.			

Se suspende el tratamiento con quelante según la sintomatología y el nivel del mercurio en el organismo, por ejemplo, cuando el nivel de mercurio urinario medido 1 semana después de la terapia quelante se mantiene menor a 20 ig/L

Fuente: Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSA (Ministerio de Salud, 2013)

#### **j) Complicaciones y secuelas**

La (DIRESA, 2012) también refiere que existen secuelas y complicaciones en las personas que tienen exposición aguda o crónica al mercurio. Dentro de ello están:

- **Complicaciones**

- Trastornos electrolíticos (E87)
- Insuficiencia renal (N14.3) que puede desencadenar a falla renal (N18.0)
- Trastornos neurológicos (G60)
- Shock hipovolémico (R57.9)

- **Secuelas**

Agudas: Según (DIRESA, 2012) se pueden presentar por exposición a mercurio elemental el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), insuficiencia respiratoria y muerte. En casos de intoxicación grave puede presentar fibrosis intersticial difusa y enfermedad pulmonar restrictiva.

Por exposición de mercurio inorgánico puede presentar falla renal aguda, perforación gástrica o esofágica, colapso cardiovascular y muertes. Sin embargo, por exposición a

mercurio orgánico deja secuelas a nivel del sistema nerviosos central llevando a confusión, coma y muerte.

- Crónicas: Según el (Ministerio de Salud, 2013) las secuelas son a nivel neuropsicológicos, produciendo cambios en la personalidad, Erectismo, parkinsonismo y demencia. La exposición prenatal de mercurio elemental produce severos casos de neuroencefalopatía y muchas de estas secuelas son irreversibles.

### **2.3. Definición de Términos**

**INCIDENCIA:** Según (Martínez & Menéndez, 1991) es el número de casos nuevos de una enfermedad o exposición en una población determinada y en un periodo determinado.

**AMALGAMA:** Según (Martínez & Menéndez, 1991) es la mezcla homogénea de dos o más metales, conocida como aleación.

**AMALGAMA DENTAL:** Según (Martínez & Menéndez, 1991) se trata de un material de restauración utilizado en odontología, que resulta de la aleación del mercurio con otros metales, como plata, estaño, cobre, zinc u oro.

**MICROFILTRACIÓN:** Es la separación física entre el material y la superficie de la cavidad dental debido al tamaño de poro, que determina el ingreso y salida de sólidos disueltos o la turbidez y el pase de microorganismos.

**CORROSIÓN:** Es el deterioro de un material dental por un ataque electroquímico. La corrosión esta originada por una reacción electroquímica, es decir la oxidación y la aceleración va depender de la temperatura, de las sales del fluido que contactan con el metal y las propiedades de los metales.

**ACUMULACIÓN:** Es la reunión y amontonamiento progresivo de un gran número de materia o cosas.

**POLICLINICO:** Es un establecimiento destinado a la asistencia y curación de enfermos y convalecientes y para la prevención de enfermedades

**ACUMULACIÓN DE MERCURIO:** Es la reunión y amontonamiento progresivo de mercurio en cualquiera de sus formas: metálico, inorgánico, orgánico

**LESIÓN PRIMARIA:** Son las alteraciones normo funcionales que en una localización circunscrita se producen en los organismos vivos como consecuencia de la enfermedad.

**DISPLASIA EPITELIAL:** Es un trastorno en la maduración y ordenamiento estratificado del epitelio que se acompaña de moderadas atipias citológicas.

**CORRELACION CLINICOPATOLOGICA EN LAS DISCROMÍAS:** Se refiere a las diversas alteraciones de color de la mucosa que pueden presentarse como procesos locales o participando de enfermedades sistémicas.

**LIQUEN PLANO:** Es una enfermedad que tiene una capacidad de transformación maligna, sobre todo en las formas erosivas y ulcerosas. El porcentaje de transformación maligna no se ha establecido claramente, pero varía mucho.

**FIBROSIS ORAL SUB MUCOSA:** Es una enfermedad observada especialmente en la India, debido a factores genéticos relacionados más aun al hábito de mascar tabaco y nuez. Clínicamente se destaca la rigidez de toda la mucosa oral y las zonas más profundas del fibroconectivo submucoso, dificultándose la movilidad lingual, la masticación y deglución. Los enfermos manifiestan sensación urente y xerostomía.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

- **DESCRIPTIVO CORRELACIONAL:** La investigación describe la incidencia de la acumulación del mercurio a través del número de superficies dentarias tratadas con amalgama dental de los pacientes titulares atendidos en el servicio de odontología del Policlínico PNP Huaraz.

##### 3.1.1. Diseño de la investigación

- **NO EXPERIMENTAL** porque no se manipuló las variables. **CORTE TRANSVERSAL** porque se describe el comportamiento de una misma variable del estudio en un momento determinado.

#### 3.2. Plan de recolección de la información y/o diseño estadístico

La recolección de información se basó en la utilización de instrumentos como examen clínico bucal y el odontograma dental de cada paciente.

Los pacientes citados fueron recibidos por los investigadores invitándoles a participar en la investigación siguiendo los principios éticos. Se le explicó de qué se trataba la investigación y la contribución a la salud bucal. De aceptar el paciente firmó el documento de registro dando su consentimiento. Se realizó el examen clínico y se registró en el odontograma la presencia de amalgamas dentales, de prótesis fija y removible. Una vez recogida toda la información se procedió a sistematizar en el Software SPSS versión 20 y realizar la estadística descriptiva.

Terminado el registro se les citó a los pacientes para la realización de sus curaciones, si en caso existe la necesidad de tratamiento dental o cambiar el empaste de amalgama por otro material de restauración.

### **3.2.1. Población**

Pacientes titulares que presentaban amalgamas dentales y que acudieron al servicio de odontología del Policlínico PNP Huaraz durante el año 2013 que ascendieron un total de 930 pacientes.

#### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes mayores de 18 años
- Pacientes titulares que acudieron al servicio de odontología del Policlínico de la Policía Nacional del Perú-PNP Huaraz, que poseen curaciones de amalgamas dentales
- Pacientes en actividad

#### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes menores de 17 años y 11 meses
- Pacientes familiares directos y padres de titulares que acuden al servicio de odontología del Policlínico PNP Huaraz
- Pacientes en retiro y cesantes
- Pacientes que no poseen curaciones con amalgamas dentales

### **3.2.2. Muestra:**

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N-1) + Z^2 PQ}$$

Dónde:

Z=nivel de confianza (grado de confianza  $\alpha=0.99$  o 99%)

$Z = 2.582$

P = proporción de la población que tiene la característica de interés que nos interesa medir.

$Q = 1-P$

E = es el máximo error perdible=1%

N = tamaño de la población = 930 pacientes

Cálculo del tamaño de la muestra sin ajuste:

$n = 521$  pacientes (para tener una muestra más representativa)

Sin embargo, el estudio recogió el total de registros de los pacientes de toda la población durante el 2013, es decir 930 pacientes.

### **3.3.Instrumentos de recolección de información**

*Examen Clínico Bucal:* Es un instrumento que tuvo por objeto recabar información bucal indispensable de los pacientes para identificar el número de superficies de amalgamas dentales expuestas. No obstante, permitió consolidar las necesidades de tratamiento que cada paciente requería.

*Odontograma dental,* estuvo conformado por un conjunto de preguntas a través de un gráfico donde el investigador registró la cantidad de piezas dentales con amalgamas y la presencia de prótesis fija o removible y de ser el caso ausencia de éstos. El odontograma, es un registro de la historia clínica de cada paciente como herramienta de identificación.

Por ello, este formato tuvo dos apartados: la anamnesis del paciente y el gráfico del odontograma. La secuencia que siguió el registro fue:

- Un punto de color verde si hay presencia de amalgama dental en la cara del diente.
- Un punto de color amarillo si hay presencia de curaciones con resina en la cara del diente
- Un gráfico  de color verde si hay presencia de prótesis parcial removible
- Un gráfico  de color amarillo si hay presencia de prótesis parcial fija

### **ODONTOGRAMA DENTAL**

Nombre del paciente: .....

Edad:

.....

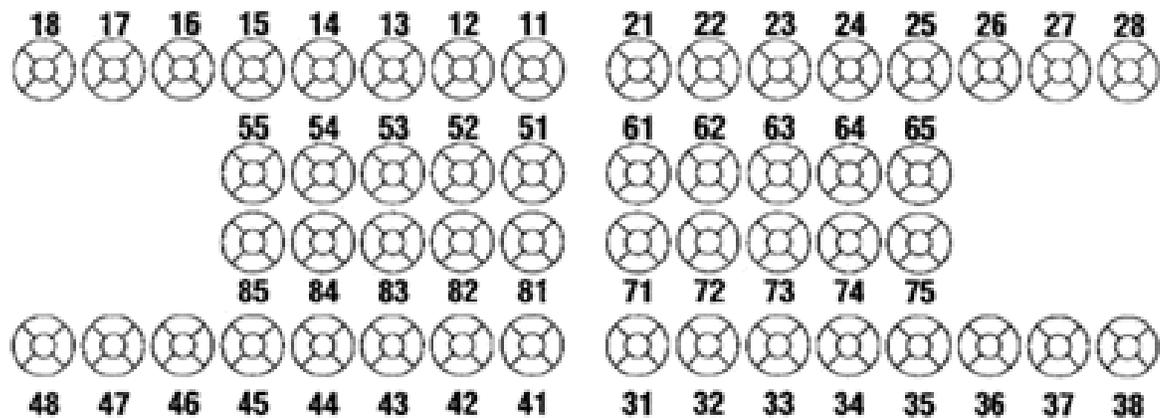
Historia Clínica: .....

Ocupación:

.....

Años de curación que tiene con la amalgama dental:.....

Nº de superficies por diente curadas con amalgama dental.....



**Referencias:**

Do: en Azul Diente obturado  
 C: en rojo Cariado  
 = : en azul Ausente  
 X : en rojo Exodoncia  
 CP: en rojo Caries penetrante  
 R : en rojo Retenido  
 PP: en azul Pieza de puente

Co: en azul Corona  
 Pr: en azul Prótesis removible  
 Inc: en azul Inlay onlay (incrustación)  
 EP: en rojo Enfermedad periodontal  
 FD: en rojo Fractura dentaria  
 MPD: en rojo Mal posición dentaria  
 PM: en azul Perno muñón

TC: en azul Tratamiento de cto.  
 F: en rojo Fluoresis  
 Imp: en azul Implante dental  
 MB: en rojo Mancha blanca  
 Se: en azul Sellador  
 SP SR: en azul Surco profundo o eminecizado  
 H: en azul Hipoplasia de esmalte

**3.4 Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información**

El procesamiento de datos se realizó en Software SPSS y se analizó las variables a través de estadística descriptiva de frecuencias, además, se realizó la correlación de Pearson univariante. Se realizó este análisis porque existía la probabilidad de obtener un resultado tan extremo como el observado, y en la misma dirección. Además, se comprobó que la hipótesis era cierta.

El paciente firmó la ficha de recolección de información y el consentimiento informado, aceptando participar en la investigación en base a la información brindada. También se le explicó que cuando procedía el paciente podría revocar su consentimiento por cualquier motivo. El estudio fue coherente a los principios éticos plasmados en la normativa ética para el uso de los *Comités de Ética en Investigación*.



Además, el estudio respetó plenamente la dignidad humana, los derechos y libertades fundamentales, así como los intereses y el bienestar de la persona, priorizando el interés de la ciencia o la sociedad.

Respecto a la privacidad y confidencialidad de la información ningún paciente fue sometido a la violación de sus derechos y su dignidad humana.

El estudio ha tenido en cuenta las repercusiones de las ciencias de la vida en las generaciones futuras por lo mismo que se evidencia que las amalgamas dentales inciden significativamente en la acumulación de mercurio en los pacientes atendidos.

Por otro lado, basado en el principio de conservación del medio ambiente, la biosfera y la biodiversidad se ha tenido cuidado en la recolección de los desechos inorgánicos posterior a cada examen clínico y oral. También se ha sugerido para un futuro la utilización de la cánula de succión al realizar la remoción de la amalgama dental en los pacientes.

#### IV. RESULTADOS

**TABLA N° 01: FRECUENCIA DE PACIENTES ATENDIDOS EN EL 2013 EN EL POLICLINICO-PNP HUARAZ-ANCASH EN RELACIÓN A LAS SUPERFICIES EXPUESTAS AMALGAMA DENTAL Y CANTIDAD DE MERCURIO ACUMULADO EN ORINA**

Número de superficies expuestas o no con amalgama dental	Pacientes atendidos (N)	Total de superficies expuestas con amalgama dental según pacientes atendidos	Frecuencia de pacientes atendidos (%)	Hg (µg/L) en la concentración de orina por cada paciente según el número de superficies expuestas con amalgama dental*	Total Hg (µg/L) en la concentración de orina según el total de superficies expuestas con amalgama dental que presentan los pacientes atendidos
0	295	0	31.72	0.0	0.00
1	74	74	7.96	0.1	7.40
2	76	152	8.17	0.2	15.20
3	55	165	5.91	0.3	16.50
4	62	248	6.66	0.4	24.80
5	77	385	8.27	0.5	38.50
6	57	342	6.13	0.6	34.20
7	53	371	5.7	0.7	37.10
8	41	328	4.41	0.8	32.80
9	30	270	3.22	0.9	27.00
10	38	380	4.09	1.0	38.00
11	21	231	2.26	1.1	23.10
12	15	180	1.61	1.2	18.00
13	16	208	1.72	1.3	20.80
14	12	168	1.29	1.4	16.80
15	3	45	0.32	1.5	4.50
16	3	48	0.32	1.6	4.80
17	1	17	0.11	1.7	1.70
18	1	18	0.11	1.8	1.80
Total	930	3630	100	17.1	363.00

Fuente: Ficha de Recolección de Información y análisis estadístico\* 1µg/L mercurio inorgánico en la concentración de orina equivale a 10 superficies expuestas con amalgama dental (A.Kingman, T.Albertini and L.J.Brown; 1998)

Del 100% pacientes atendidos el 31.72 % no tiene exposición a tratamientos con amalgama dental a diferencia del 68.28 % de pacientes.

El 8.27 %, 4.09 % y 0.32 % presenta 5, 10 y 15 superficies dentales respectivamente con exposición a amalgama dental, acumulando 0.5 de  $\mu\text{g/L}$ , 1  $\mu\text{g/L}$  y 1.5  $\mu\text{g/L}$  de Hg en orina. No obstante; 0.5  $\mu\text{g/L}$  es el límite admisible según la organización mundial de salud.

**TABLA N° 02: DESCRIPCIÓN DE SUPERFICIES DENTALES  
EXPUESTAS A LA AMALGAMA DENTAL EN RELACIÓN AL  
MERCURIO EN ORINA EN PACIENTES ATENDIDOS EN EL 2013  
EN EL POLICLINICO-PNP HUARAZ-ANCASH**

Superficies dentales sin exposición amalgama dental	Superficies dentales expuestas con amalgama dental	Media de Superficies dentales expuestas con amalgama dental	Cantidad total de Hg en orina según superficies de amalgama (10 sup.amalgama=1µg Hg/L orina)*	Media Hg en orina según superficies de amalgama (10 sup.amalgama=1µg Hg/L orina)	
930	295	3630	191.05	363	19.11

Fuente: Ficha de Recolección de Información y análisis estadísticos.\*0.5µg/L es la cantidad de mercurio inorgánico en la concentración de orina como límite permisible según la OMS, 1991 y es la sensibilidad del ensayo de laboratorio del estudio diseñado por A.Kingman, T.Albertini and L.J.Brown, 1998.

De 3630 superficies dentales 295 no han sido tratadas con amalgama dental a diferencia del resto, con una media de 191.05 superficies dentales.

363 Hg µg/L es la cantidad total de mercurio acumulado en orina según el total de superficies expuestas a tratamientos con amalgama dental, con una media de 19.11 Hg µg/L en orina.

**TABLA N° 03: INCIDENCIA DE SUPERFICIES DENTALES  
EXPUESTAS A LA AMALGAMA DENTAL EN RELACIÓN A LA  
ACUMULACIÓN DE MERCURIO EN ORINA DE LOS PACIENTES  
ATENDIDOS EN EL 2013 EN EL POLICLINICO-PNP HUARAZ-  
ANCASH**

Correlación		Cantidad total de Hg en orina según superficies de amalgama	Superficies dentales expuestas con amalgama dental
Cantidad total de Hg en orina según superficies de amalgama	Correlación de Pearson	1	1,000**
	Sig. (unilateral)		0.000
	N	19	19

Fuente: Ficha de Recolección de Información y análisis estadístico. \*\*. La correlación es significativa al nivel  $p < 0,01$  (unilateral).

Existe una significancia positiva de  $p < 0,01$  entre la cantidad total de mercurio (Hg) en orina según superficies dentales expuestas con amalgama dental de los pacientes atendidos en el Policlínico PNP-Huaraz, Ancash.

**TABLA N° 04: PACIENTES ATENDIDOS EN EL POLICLINICO PNP HUARAZ CON PRESENCIA DE PROTESIS REMOVIBLE (PPR)**

Presencia de Prótesis Removible	Pacientes atendidos (N)	Frecuencia de casos (%)
Si	11	1.2
No	919	98.8
Total	930	100.0

Fuente: Ficha de Recolección de Información

El 1.2% de casos emplea prótesis parcial removible de un total de 930 pacientes.

**TABLA N° 05: PACIENTES CON PRESENCIA DE PRÓTESIS FIJA ATENDIDOS EN EL POLICLINICO PNP HUARAZ**

Presencia de Prótesis Fija	Pacientes atendidos (N)	Frecuencia de casos (%)
Si	112	12.0
No	818	88.0
Total	930	100.0

Fuente: Ficha de Recolección de Información

El 12% de casos de un total de 930 pacientes incluidos en el estudio presenta prótesis fija.

## V. DISCUSION

Existen Organismos Científicos internacionales como el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo español (INSHT), la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR); la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (OSHA); la Agencia de Protección Medioambiental (EPA); el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (INSHT) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) que abogan y promueven acciones amigables con el medio ambiente. Sumado a ello el aporte de la Organización Mundial de la Salud que establece como límites admisibles 0.5 µg/litro mercurio el organismo (WHO, 1991). Además; A. Kingman, T. Albertini and L.J.Brown, 1998 concluyen que 10 superficies expuestas a amalgamas dentales equivalen a 1 µg/litro de mercurio en la orina. Por ello, el presente este estudio no difiere sus resultados a las conclusiones de estos autores (Kingman et al., 1998).

Los hallazgos del presente estudio demuestran que existen nuevos casos durante el 2013 de pacientes titulares de la PNP Ancash expuestos a amalgamas dentales que inciden en la acumulación de mercurio en la orina. Siendo una contribución esencial la puesta en marcha de políticas que regulen la adquisición y utilización de amalgamas dentales en el servicio público o privado en nuestro país.

## VI. CONCLUSIONES

1. El presente estudio demuestra que existe una correlación significativa ( $P < 0,01$ )\*\* a nivel unilateral entre la acumulación de mercurio en orina y la exposición de amalgama dental de las superficies dentales de pacientes que fueron atendidos en el Policlínico PNP-Huaraz, Ancash durante el 2013.
2. 1.2% pacientes atendidos presentan prótesis parcial removible (PPR) de un total de 930 casos. 12% de pacientes atendidos tienen prótesis fija de un total de 930 casos.

## VII.RECOMENDACIONES

Dada las limitaciones de financiamiento para un estudio más exhaustivo, es recomendable realizar estudios experimentales para establecer protocolos de atención especializada a fin de seguir profundizando en la desintoxicación de mercurio de dichos pacientes.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Baek, H., Kim, E., Lee, S. G., Jeong, S., Sakong, J., Merchant, A. T., Im, S., Song, K., & Choi, Y. (2016). Dental amalgam exposure can elevate urinary mercury concentrations in children. *International Dental Journal*, 66(3), 136-143.
- Barbero, J. G. (2000). *Patología y terapéutica dental. Síntesis*.
- Bernal, C., Capetillo, G., Parra, C., Torres, E., & Diaz, M. (2014). Efectos del mercurio en el organismo por el uso de la amalgama dental. *De Cuerpos Académicos*, , 16.
- Bharti, R., Wadhvani, K. K., Tikku, A. P., & Chandra, A. (2010). Dental amalgam: An update. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 13(4), 204.
- Clarkson, T. W., & Magos, L. (2006). The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(8), 609-662.
- Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (CCRSERI) y el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales (CCRSM) de la Comisión Europea. (2015). Resúmenes de la UE: Materiales de obturación dental amalgamas y materiales alternativos. <https://copublications.greenfacts.org/es/amalgamas-dentales/index.htm>
- DIRESA. (2012). Proyecto-guía técnica: Guía de practica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por mercurio, ancash. Primera edición.



- Ditrichova, D., Kapralova, S., Tichy, M., Ticha, V., Dobesova, J., Justova, E., Eber, M., & Pirek, P. (2007). Oral lichenoid lesions and allergy to dental materials. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc*, 151(2)
- Drasch, G., Schupp, I., Höfl, H., Reinke, R., & Roider, G. (1994). Mercury burden of human fetal and infant tissues. *European Journal of Pediatrics*, 153(8), 607-610.
- Dye, B. A., Schober, S. E., Dillon, C. F., Jones, R. L., Fryar, C., McDowell, M., & Sinks, T. H. (2005). Urinary mercury concentrations associated with dental restorations in adult women aged 16–49 years: United states, 1999–2000. *Occupational and Environmental Medicine*, 62(6), 368-375.
- Fuentealba, R., & Villalobos, J. (2016). Corrosión electroquímica de aleaciones de uso dental.
- Garmendia Álvarez Rodrigo. (2012). Amalgamas dentales.
- Guzzi, G., Ronchi, A., Barbaro, M., Soldarini, A., & Pigatto, P. D. (2016). Levels of mercury in patient with mercury dental amalgam. *Toxicology Letters*, (258), S113.

- Kasraei, S., Mortazavi, H., Vahedi, M., Vaziri, P. B., & Assary, M. J. (2010). Blood mercury level and its determinants among dental practitioners in hamadan, iran. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 7(2), 55.
- Kingman, A., Albertini, T., & Brown, L. J. (1998). Mercury concentrations in urine and whole blood associated with amalgam exposure in a US military population. *Journal of Dental Research*, 77(3), 461-471.
- Macorra García, José Carlos de la, López Calvo, J. A., & García Barbero, J. (1982). El mercurio: Su toxicidad en la clínica estomatológica. estado del problema. su prevención. *Boletín De Información Dental*, 42(318), 53-58.
- Martínez, A. B., & Menéndez, F. L. (1991). *Medicina bucal. Ediciones Avances Médico-Dentales.*
- Guía técnica: Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la intoxicación de mercurio, Resolución Ministerial N° 757-2013/MINSAU.S.C. (2013). <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3245.pdf>
- Nicolae, A., Ames, H., & Quiñonez, C. (2013). Dental amalgam and urinary mercury concentrations: A descriptive study. *BMC Oral Health*, 13(1), 1-12.
- Okati, N., Sari, A. E., & Ghasempouri, S. M. (2012). Hair mercury concentrations of lactating mothers and breastfed infants in iran (fish consumption and mercury exposure). *Biological Trace Element Research*, 149(2), 155-162.



- Quintana Carrillo, O. (2015). Amalgamas dentales.
- Skare, I., & Engqvist, A. (1994). Human exposure to mercury and silver released from dental amalgam restorations. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 49(5), 384-394.
- Spencer, A. J. (2000). Dental amalgam and mercury in dentistry. *Australian Dental Journal*, 45(4), 224-234.
- Stejskal, V. D., Forsbeck, M., Cederbrant, K. E., & Asteman, O. (1996). Mercury-specific lymphocytes: An indication of mercury allergy in man. *Journal of Clinical Immunology*, 16(1), 31-40.
- Stejskal, V., Ockert, K., & Bjørklund, G. (2013). Metal-induced inflammation triggers fibromyalgia in metal-allergic patients. *Neuroendocrinology Letters*, 34(6), 559-565.
- Vimy, M. J., Hooper, D. E., King, W. W., & Lorscheider, F. L. (1997). Mercury from maternal "silver" tooth fillings in sheep and human breast milk. *Biological Trace Element Research*, 56(2), 143-152.
- WHO. (1991). Inorganic mercury environmental health criteria 118

## ANEXO



**ANEXO1**

**Matriz de consistencia**

**TÍTULO DE INVESTIGACIÓN: INCIDENCIA DE AMALGAMA DENTAL EN ACUMULACION DE MERCURIO EN PACIENTES TITULARES, ATENDIDOS EN EL POLICLINICO PNP HUARAZ, ANCASH, PERU, 2013**

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Variable/dimensiones</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la incidencia de la amalgama dental en la acumulación de mercurio en orina de pacientes titulares atendidos en el Policlínico PNP Huaraz-Ancash?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la incidencia de la amalgama dental en la acumulación de mercurio en orina de pacientes titulares atendidos en el Policlínico PNP Huaraz-Ancash</p>	<p><b>Variable 1:</b> - Amalgama dental</p> <p><b>Dimensiones</b> - Material dental por superficie</p> <p><b>Indicador</b> - Número de superficies expuestas o no con amalgama dental - Presencia de prótesis parcial removible - Presencia de prótesis fija</p> <p><b>Variable 2:</b> <b>Acumulación de mercurio</b></p>	<p><b>Diseño:</b> No experimental, de corte transversal.</p> <p><b>Tipo:</b> Investigación descriptivo correlacional.</p> <p><b>Población:</b> 930 pacientes del Policlínico PNP Huaraz durante el año 2013</p> <p><b>Muestra censal:</b> El estudio recogió el total de los pacientes de toda la población, es decir 930 pacientes.</p>
<p><b>Problema específico:</b> ¿Cuál es el número de pacientes con presencia de amalgamas dentales que presentan prótesis parcial removible y fija, que</p>	<p><b>Objetivo específico:</b> Identificar el número de pacientes con presencia de amalgamas dentales que presentan prótesis parcial removible y fija,</p>		



<p>acuden al servicio de odontología en el Policlínico PNP de Huaraz?</p>	<p>que acuden al servicio de odontología en el Policlínico PNP de Huaraz</p>	<p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración de mercurio en orina</li> </ul> <p><b>Indicador</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equivalencia de superficies dentarias con amalgama y <math>\mu\text{g/L}</math> de Hg en orina</li> </ul> <p><b>Hipótesis</b></p> <p>Existe una correlación significativa entre el número de superficies de amalgamas dentales que presentan los pacientes titulares atendidos en el Policlínico PNP Huaraz-Ancash y la acumulación de mercurio en la orina.</p>	<p><b>Técnicas:</b> Observación y entrevista</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen clínico bucal</li> <li>- Odontograma</li> <li>- Ficha de observación y cuestionario</li> </ul> <p><b>Análisis estadístico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microsoft Excel 2020 y SPSS.</li> </ul>
---	--	--	--