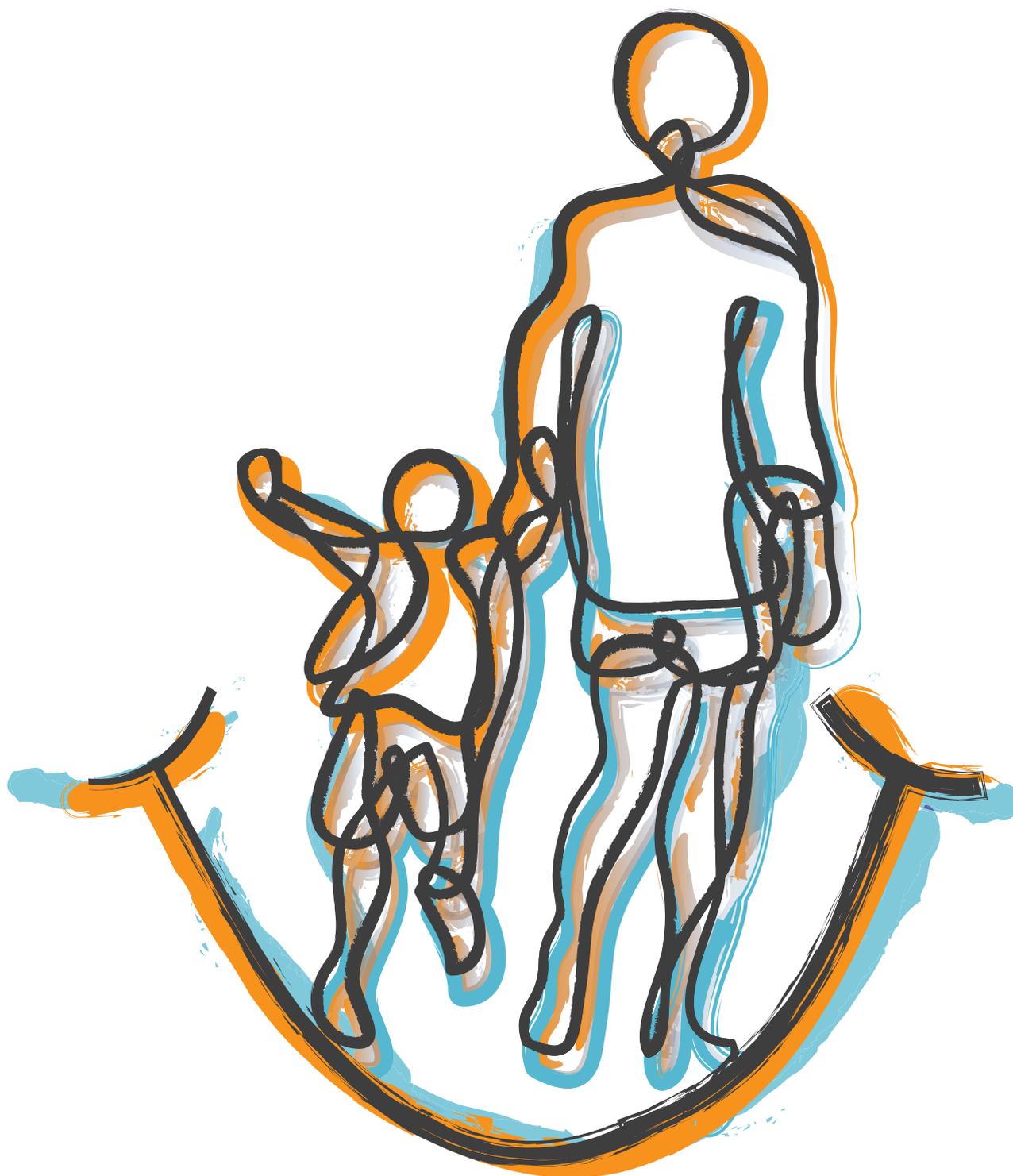


16

ACTA

Odontológica Colombiana

VOL. 8 N° 2 JULIO - DICIEMBRE, 2018 / ISSN 2027-7822 / DOI 10.15446/aoc



ACTA

Odontológica Colombiana

VOL. 8 N° 2 JULIO - DICIEMBRE 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Dolly Montoya Castaño

_Rectora

Pablo Enrique Abril Contreras

_Vicerrector General

Mónica Reinartz

_Vicerrectora Académica

Francisco José Román Campos

_Vicerrector de Investigación

Jaime Franky Rodríguez

_Vicerrector de la Sede Bogotá

Carmen Alicia Cardozo de Martínez

_Secretaria General

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Dairo Javier Marín Zuluaga

_Decano

Francisco Javier Acero Luzardo

_Secretario Académico de Facultad

José Manuel González Carreño

_Vicedecano Académica

María Doris Ballesteros Castañeda

_Directora de Bienestar

Martha Lucía Sarmiento Delgado

_Directora del Área Curricular

Carlos Alberto Serrano Méndez

_Director del Departamento de Ciencias Básicas

Claudia Patricia Peña Vega

_Directora del Departamento de Salud Oral

Rafael Antonio Malagón Oviedo

_Director del Departamento de Salud Colectiva

Paula Alejandra Baldión Elorza

_Directora del Centro de Investigación y Extensión

Gabriel Ignacio Patrón López

_Representante Profesoral

Laura Marcela Navarro Saiz

_Representante Estudiantil

ACTA

Odontológica Colombiana

ISSN - 2027-7822 | DOI 10.15446/aoc
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>
<http://dx.doi.org/10.15446/aoc>

ADMITIDA EN

Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal, [LATINDEX](#).

<http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficRev.html?opcion=1&folio=17390>

Directory of Open Access Journals. [DOAJ](#).

<https://doaj.org/>

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico, [REDIB](#).

https://redib.org/recursos/Record/oai_revista4142-acta-odontologica-colombiana

PERIODICIDAD SEMESTRAL

© 2018

Facultad de Odontología
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá D.C., Colombia
Julio 2018

Para mayor información y contribuciones diríjase a

[Revista Acta Odontológica Colombiana](#)

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Odontología

revista_fobog@unal.edu.co

(57-1) 3165000 Ext 16019

_DIRECTOR

Dairo Javier Marín Zuluaga

_EDITOR JEFE

Luis Alberto Sánchez-Alfaro

_EDITORIA ASOCIADA

Carol Cristina Guarnizo Herreño

_ASISTENTE EDITORIAL

Germán Andrés Fontecha Chaparro

_CORRECTOR DE ESTILO

Germán Andrés Fontecha Chaparro

_DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Tatianna Castillo Reyes

_COMITÉ EDITORIAL Y CIENTÍFICO

Alessandro Loguercio, PhD
Universidade Estadual de Ponta Grossa
Brasil

Dairo Javier Marín Zuluaga, PhD
Universidad Nacional de Colombia
Colombia

Eduardo Villamor, PhD
Universidad de Michigan
Estados Unidos

Jaime Castro Núñez, DMD
University of Kentucky
Estados Unidos

Jaime Eduardo Castellanos Parra, PhD
Universidad El Bosque
Colombia

John Harold Estrada Montoya, Ph
Universidad Nacional de Colombia
Colombia

María Vallet Regí, PhD
Universidad Complutense de Madrid
España

Martha Juliana Rodríguez Gómez, MSc
Universidad Santo Tomás
Colombia

Rafael Arcesio Delgado, PhD
Stony Brook University School of Dental Medicine
Estados Unidos

Roger Keller Celeste, PhD
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Brasil

Stefania Martignon Biermann, PhD
Universidad El Bosque
Colombia

CONTENIDO

07 EDITORIAL

A propósito del Acuerdo de Minamata y la eliminación de la amalgama dental

INVESTIGACIONES ORIGINALES *RESEARCH ARTICLES*

- 10 Comportamiento in vitro de cuerpos de prueba de amalgama dental sometidos a altas temperaturas observados mediante microscopía electrónica de barrido
In vitro microscopic changes of dental amalgam test bodies subjected to high temperatures observed by scanning electron microscopy

Maribel Chalapud

Geovanna Mutis

Andrea Muñoz

Javier Tobar

Wilmer Sepúlveda

Carlos Martínez

Freddy Moreno

- 29 Comparación de distancias interradiculares y grosor del hueso cortical en dos sectores del maxilar inferior para colocación de mini implantes
Comparison of interradicular distances and cortical bone thickness in two sectors of lower jaw for placement of mini-implants

Aida Nabile Silva Zatarain

Jaime Fabián Gutiérrez Rojo

Sarai Castrejón

- 41 Evaluación de la colonización bacteriana de la interfase implante-pilar en implantes de conexión interna: estudio piloto
Evaluation of bacterial colonization of the implant-abutment interface in implants with internal connection: pilot study

Asterlis Buitrago Osuna

Martha Lucia Sarmiento Delgado

Carlos Alberto Serrano Méndez

Sandra Consuelo Henao Riveros

- 52 Estudio de queiloscopía con el método de Renaud en estudiantes de odontología de Tepic, Nayarit, México, durante el ciclo escolar 2016-2017
Study of cheiloscopy with the Renaud method in dentistry students of Tepic, Nayarit, Mexico, during the 2016-2017 school year

*Marcela Rodríguez Rucoba
Cheysy Anahí Álvarez Puentes
Tania Villa Jara
Jaime Fabián Gutiérrez Rojo
Martha Patricia Guerrero Castellón*

- 59 Diseño e implementación de una propuesta didáctica por medio de la utilización de herramientas virtuales para el aprendizaje de inmunología en enfermedad periodontal
Design and implementation of a didactic model through the use of virtual tools for the learning of immunology in periodontal disease

*Hernán Santiago Garzón Vergara
Jennifer Quiroga Carrillo*

- 72 Impacto macroeconómico generado por la pandemia del VIH/SIDA informado por la literatura internacional desde 1990 a 2013
Macroeconomic impact generated by the pandemic of HIV/AIDS informed by the international literature since 1990 to 2013

*Carlos Andrés Franco Blanco
John Harold Estrada Montoya*

REPORTE DE CASO CASE REPORT

- 98 Ameloblastoma unicístico intramural, reconstrucción tardía y rehabilitación con implantes dentales. Reporte de caso
Intramural unicystic ameloblastoma, late reconstruction and rehabilitation with dental implants. Case report

*José Luis Gil
Gerardo José Guillen Rivera
Ana Isabel Ortega-Pertuz
Michelle Leinin Espina Suárez*

AVANCES EN INVESTIGACIÓN ADVANCES IN RESEARCH

- 107 Memorias del V Seminario de Investigación en Odontología
Memories of the V International Seminar on Research in Dentistry

A PROPÓSITO DEL ACUERDO DE MINAMATA Y LA ELIMINACIÓN DE LA AMALGAMA DENTAL

Contamos hoy con evidencia contundente sobre los efectos lesivos que genera el mercurio para la salud humana y el medio ambiente (1). Esto condujo, en 2013, a que en la quinta sesión del Comité Intergubernamental de Negociación sobre el mercurio, en Ginebra, se acordara el “Convenio de Minamata” (2); el cual fue adoptado el mismo año en Kunamoto, Japón. El 16 de agosto de 2017 entró en vigor este convenio, que busca controlar las emisiones antrópicas de mercurio a lo largo de su ciclo de vida.

Los aspectos más destacados del Convenio de Minamata incluyen la prohibición de nuevas minas de mercurio, la eliminación gradual de las existentes, la reducción del uso del mercurio en una serie de productos y procesos, la promoción de medidas de control de las emisiones a la atmósfera y de las emisiones a la tierra y al agua, así como la regulación inexistente del sector de la minería artesanal y a pequeña escala (3)

El Congreso de Colombia aprobó el Convenio de Minamata mediante la Ley 1892 de mayo de 2018, al considerarlo compatible con la Ley 1658 de 2013, la cual busca solucionar la problemática del uso de mercurio en el país. La Ley colombiana limita y pone término a las importaciones de mercurio, el cual, de acuerdo con el decreto 1041 de junio de 2018, del ministerio de Comercio Industria y Turismo deberá dejarse de importar en el mes de julio de 2023.

La discusión surge cuando aduciendo el cumplimiento del Convenio, el Estado colombiano pretende, sin dialogar con la Academia, eliminar el uso de la amalgama dental en el país. El artículo 4 del mencionado convenio hace referencia a los productos con mercurio añadido, y el parágrafo 3 de este artículo establece que: “las Partes adoptarán medidas en relación con los productos con mercurio añadido incluidos en la parte II del anexo A de conformidad con las disposiciones establecidas en dicho anexo”. Al respecto, el anexo establece que: “las medidas que ha de adoptar la Parte para reducir el uso de la amalgama dental tendrán en cuenta las circunstancias nacionales de la Parte y las orientaciones internacionales pertinentes...”

Lo anterior da discrecionalidad al Estado (la Parte) en lo referente a la eliminación del uso de la amalgama dental. Vale aquí recordar que los resultados del último Estudio Nacional de Salud Bucal (ENSAB IV), mostraron que la caries dental sigue siendo una enfermedad altamente prevalente en la población colombiana. La experiencia modificada de caries (incluye lesiones iniciales no cavitadas) fue del 66.9% en niños de 1 a 5 años, 60.5% entre los 5 y 12 años, y 98.6% en dentición permanente, siendo estos porcentajes mayores en las poblaciones rurales dispersas.

Además, el Convenio de Minamata presenta nueve medidas que las Partes pueden implementar para poner en marcha el convenio; la tercera de ellas reza: “Promover el uso de alternativas sin mercurio eficaces en función de los costos y clínicamente efectivas para la restauración dental”. No existen hoy en el mercado

materiales dentales para obturaciones directas, con los mismos niveles de desempeño clínico que la amalgama dental. Al respecto, un trabajo publicado en junio de 2018 por Schwendicke *et al.*, realiza un análisis de costo-efectividad de algunas alternativas a la amalgama dental, como *composites* puestos incrementalmente, *composites* puestos en bloque, cementos de ionómero de vidrio, e *inlays* de *composites*. Los autores concluyen que todas estas alternativas son inferiores a la amalgama (4).

Por su parte, la Asociación Dental Americana (ADA) emitió en agosto de 2009 su “Statement on Dental Amalgam”, este documento inicia diciendo lo siguiente:

La amalgama dental es considerada segura, es un material económico y duradero que ha sido usado para restaurar los dientes de más de 100 millones de americanos. Contiene una mezcla de metales como plata, cobre y estaño, en adición con mercurio, el cual une estos componentes en una sustancia dura, estable y segura. La amalgama dental ha sido estudiada y revisada extensivamente, y ha establecido un record de seguridad y efectividad (5).

El mismo documento concluye: “el Consejo de Asuntos Científicos de la ADA soporta las investigaciones en curso sobre la seguridad de los materiales existentes y el desarrollo de nuevos materiales, y continua creyendo que la amalgama es valiosa, viable y una alternativa segura para los pacientes odontológicos” (5).

Finalmente, la profesión odontológica nacional ha generado una voz de alerta ante la inminente desaparición de la amalgama dental, en un país con altos índices de caries y para la cual hoy no contamos con materiales sustitutos que ofrezcan mejores o por lo menos iguales niveles de desempeño clínico a mediano y largo plazo.

Sin embargo esto no resulta coherente con una evidente disminución en la enseñanza y uso de la amalgama dental en las Facultades de Odontología del país, y con la práctica diaria, tanto privada como institucional, de los profesionales de la odontología quienes ante la avalancha de las exigencias estéticas, han olvidado que la decisión clínica sobre el material restaurador debe obedecer además de la estética a otros factores como el pronóstico del desempeño clínico del material, relacionado con el riesgo de caries del paciente, la extensión de la cavidad y la ubicación del diente en boca, entre otros.

Las Facultades y la Profesión se encuentran en mora de dar una profunda y académica discusión sobre este aspecto, que afecta la salud de nuestros pacientes.

En conclusión, nos enfrentamos a una decisión que bajo las condiciones actuales, afectará negativamente en el mediano y largo plazo la salud buco-dental de la población colombiana. Corresponde a la Academia acompañar al Estado para que considere todos los aspectos relacionados con la desaparición de la amalgama dental como material restaurador.

Profesor, Dairo Javier Marín Zuluaga, PhD
Decano, Facultad de Odontología
Universidad Nacional de Colombia

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). El mercurio y la salud [en línea]. Mayo de 2017. Disponible en: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
2. ONU – Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. Convenio de Minamata sobre el mercurio. Texto y anexos [en línea]. Septiembre de 2017. [Consultado: junio de 2018]. Disponible en: <http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/COP1%20version/Minamata-Convention-booklet-sp-full.pdf>
3. ONU – Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. Convenio de Minamata sobre el mercurio [en línea]. [Consultado: junio de 2018]. Disponible en: <http://www.mercuryconvention.org/Convenio/Texto/tabid/5690/language/es-CO/Default.aspx>
4. Schwendicke F, Göstemeyer G, Stolpe M & Krois J. Amalgam Alternatives: Cost-Effectiveness and Value of Information Analysis. *J Dent Res* 2018; 1-7. doi: 10.1177/0022034518782671.
5. Asociación Dental Americana (ADA). Statement on Dental Amalgam [en línea]. Statement adopted by the ADA Council on Scientific Affairs, August 2009. [Consultado: junio de 2018]. Disponible en: <https://www.ada.org/en/about-the-ada/ada-positions-policies-and-statements/statement-on-dental-amalgam>

Cambios microscópicos *in vitro* de cuerpos de prueba de amalgama de plata sometidos a altas temperaturas observados mediante microscopía electrónica de barrido*

Maribel Chalapud 1
 Geovanna Mutis 2
 Andrea Muñoz 3
 Javier Tobar 4
 Wilmer Sepúlveda 5
 Carlos Martínez 6
 Freddy Moreno 7

In vitro microscopic changes of dental amalgam test bodies subjected to high temperatures observed by scanning electron microscopy *

Resumen

Objetivo: describir los cambios microscópicos *in vitro* de 27 cuerpos de prueba elaborados en amalgama de plata de tres marcas comerciales (*Contour® Kerr®, Admix® SDI®* y *Nu Alloy® Newsthetic®*) sometidos a altas temperaturas (200°C, 400°C y 600°C) observados mediante microscopía electrónica de barrido. **Materiales y métodos:** estudio observacional descriptivo, de corte transversal y de naturaleza pseudo-experimental que analizó el comportamiento *in vitro* de 27 cuerpos de prueba elaborados en tres marcas comerciales de amalgama de plata (*Contour® Kerr®, Admix® SDI®* y *Nu Alloy® Newsthetic®*) sometidos a altas temperaturas (200°C, 400°C, 600°C). **Resultados:** las tres marcas comerciales de amalgama de plata empleadas en este estudio tuvieron un comportamiento similar, excepto en el comportamiento de los nódulos de plata. Estos aparecieron a los 200°C en *Admix® SDI®* y a los 400°C en *Contour® Kerr®* y *Nu Alloy® Newsthetic®*. El análisis en microscopía electrónica de barrido y espectrofotometría de la superficie de los cuerpos de prueba evidenció el aumento estadísticamente significativo ($p < 0,05$) del porcentaje de peso atómico de Hg, Cu y Sn. **Conclusiones:** los cuerpos de prueba de las tres marcas comerciales de amalgama de plata sufren cambios en su microestructura en la medida que aumenta la temperatura. La formación de los nódulos de Ag fue explicada como una consecuencia del comportamiento de la fase *gamma* 1 de Ag-Hg al aumentar la temperatura, la cual empieza a disociarse a los 200°C en *Admix® SDI®* y a los 400°C en *Contour® Kerr®* y *Nu Alloy® Newsthetic®*.

Palabras Clave: Ciencias forenses; odontología forense; identificación odontológica; amalgama dental; altas temperaturas; microscopía electrónica de barrido; espectrofotometría.

Abstract

Objective: describe the *in vitro* microscopic changes of dental amalgam test bodies subjected to high temperatures observed by scanning electron microscopy. **Materials and methods:** descriptive observational cross-sectional study of pseudo-experimental nature that analyzed by scanning electron microscopy (SEM) the *in vitro* behavior of 27 test bodies elaborated in three brands of dental amalgam (*Contour® Kerr®, Admix® SDI®* and *Nu Alloy® Newsthetic®*) subjected to high temperatures (200°C, 400°C, 600°C). **Results:** the three trademarks of dental amalgam used in this study had a similar behavior, except for the behavior of silver nodules. These appeared to 200°C in the test bodies of *Admix® SDI®* and 400°C in the test bodies of *Contour® Kerr®* and *Nu Alloy® Newsthetic®*. The analysis of scanning electron microscopy and spectrophotometry at the surface of the test bodies showed the statistically significant increase ($p < 0.05$) the percentage of atomic weight of mercury, copper and tin. **Conclusions:** the test bodies of the three trademarks of dental amalgam undergo changes in their microstructure so long as the temperature increases. The formation of silver nodules was explained as a consequence of the behavior of the gamma 1 phase silver-mercury with increasing temperature, which begins to dissociate at 200°C in the test bodies of *Admix® SDI®* and 400°C in the test bodies of *Contour® Kerr®* and *Nu Alloy® Newsthetic®*.

Key Words: Forensic science; forensic dentistry; dental identification; dental amalgam; high temperature; scanning electron microscopy; spectrophotometry.

* Artículo original de investigación.

1 Odontóloga. Facultad de Salud, Universidad del Valle, Calle 4B # 36-00 Edificio 132 Campus San Fernando. Contacto: > smarisita24@hotmail.com

2 Odontóloga. Facultad de Salud, Universidad del Valle, Calle 4B # 36-00 Edificio 132 Campus San Fernando. Contacto: > gestefania3@hotmail.com

3 Odontóloga. Facultad de Salud, Universidad del Valle, Calle 4B # 36-00 Edificio 132 Campus San Fernando. Contacto: > x_mi11@hotmail.com

4 Odontólogo. Facultad de Salud, Universidad del Valle, Calle 4B # 36-00 Edificio 132 Campus San Fernando. Contacto: > javi.tobar92@hotmail.com

5 Odontólogo. Magíster en Biomateriales Dentales. Profesor Escuela de Odontología de la Universidad del Valle. Contacto: > wilmerfabians@hotmail.com

6 Odontólogo. Magíster en Epidemiología. Profesor Escuela de Odontología de la Universidad del Valle. Calle 4B # 36-00 Edificio 132 Campus San Fernando. Contacto: > carlosbettin@hotmail.com

7 Odontólogo. Magíster en Ciencias Biomédicas. Profesor Escuela de Odontología de la Universidad del Valle. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, Calle 18 No. 118-250 Edificio Raúl Posada Segundo piso. Contacto: > fmorenog@javerianacali.edu.co

CITACIÓN SUGERIDA

Chalapud M, Mutis G, Muñoz A, *et al.* Cambios microscópicos *in vitro* de cuerpos de prueba de amalgama de plata sometidos a altas temperaturas observados mediante microscopía electrónica de barrido. *Acta Odontol Col* [en línea] 2018 [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 10-28. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>

Recibido	Aprobado	Publicado
08/11/2017	26/06/2018	01/07/2018



Introducción

La identificación positiva de una persona requiere la coincidencia fehaciente de las características físicas del fallecido con los registros de esas mismas características antes de la muerte (1-3). En el caso de cadáveres quemados, carbonizados o incinerados, el sistema estomatognático proporciona características distintivas e indiciarias que permiten llegar a una identificación positiva, a través de métodos odontológicos, antropológicos y genéticos (4).

Si bien este tipo de procesos de identificación se constituyen en todo un desafío para los peritos forenses, los odontólogos son llamados a asistir la identificación de víctimas quemadas cuando la acción de las altas temperaturas ha destruido la epidermis y los tejidos subyacentes; razón por la cual el establecimiento de la identidad de un individuo se hará a través de los dientes, comparando los registros postmortem con la historia clínica odontológica antemortem (5). Las comparaciones o cotejos más frecuentes se realizan a partir de tratamientos odontológicos como restauraciones y obturaciones, dada la gran resistencia que tienen los tejidos dentales y los materiales de uso odontológico (6), dentro de los cuales se incluye la amalgama de plata.

La amalgama de plata se caracteriza por ser un material de bajo costo y con buenas propiedades físicas y mecánicas, por lo cual son las indicadas en el caso de restauraciones clase I y II, posterior a la remoción mecánica de caries cuando la prioridad es la morfofunción y no la estética (7). Es por ello que la amalgama de plata es el material de mayor uso en operatoria dental durante los últimos 150 años (8, 9). Como biomaterial de uso odontológico consiste en una aleación metálica estable cuyos componentes reaccionan durante el proceso de cristalización conformando una matriz a través de tres fases cristalográficas: 1. Fase *gamma* o compuesto inter-metálico de plata (Ag) y estaño (Sn) que no ha sido disuelto por el mercurio (Hg); 2. Fase *gamma* 1 o compuesto inter-metálico de Ag y Hg; y 3. Fase *gamma* 2 o compuesto de Sn y Hg (10,11). Esta última fase fue reemplazada al aumentar el porcentaje del cobre (Cu) en algunas referencias comerciales de amalgamas de plata, de tal forma que el Sn reacciona con el Cu en lugar de reaccionar con el Hg conformando la fase *eta*, lo que le confiere a la amalgama de plata una mayor resistencia a la corrosión. Otros componentes que se han descrito son las partículas eutécticas de Ag-Cu, la fase *epsilon* de Cu-Sn, y las partículas de Ag-Cu-Sn que no reaccionaron durante la amalgamación (12).

En el contexto forense, diferentes estudios han descrito los cambios macroscópicos de la amalgama de plata al ser sometida a altas temperaturas, concluyendo que, conforme aumenta la temperatura, el biomaterial experimenta cambios de color, textura, fisuras, grietas, fracturas, estabilidad dimensional y estallido, los cuales han sido asociados con los puntos de fusión de los metales que conforman la aleación (13-16), sin embargo, no hay reportes en la literatura que correlacionen los cambios en la composición química con dichos cambios macroestructurales.

Es por ello que el objetivo de este estudio fue describir los cambios *in vitro* de 27 cuerpos de prueba elaborados en amalgama de plata de tres marcas comerciales (*Contour® Kerr®*, *Admix® SDI®* y *Nu Alloy® Newsthetic®*) sometidos a altas temperaturas (200°C, 400°C, 600°C) observados y analizados mediante microscopía electrónica de barrido y espectrofotometría.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Estudio observacional descriptivo, de corte transversal y de naturaleza pseudo-experimental que analizó mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) el comportamiento *in vitro* de 27 cuerpos de prueba elaborados en tres marcas comerciales de amalgama de plata (*Contour® Kerr®*, *Admix® SDI®* y *Nu Alloy® Newstethic®*) con alto contenido de Cu (Tabla 1) sometidos a altas temperaturas (200°C, 400°C, 600°C).

Tabla 1. Composición de las marcas comerciales de amalgama de plata

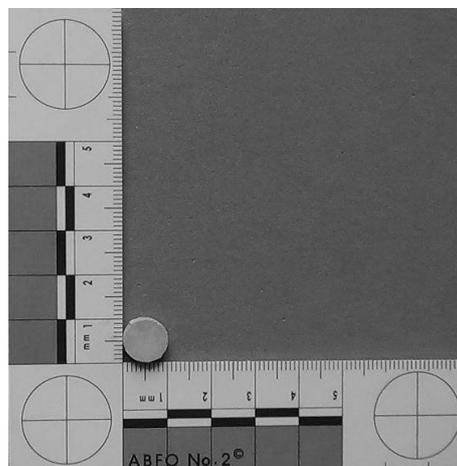
Marca comercial	Componentes limadura (%)				Proporción Limadura : Hg
	Ag	Sn	Cu	Hg	
<i>Contour® Kerr®</i>	41	31	28	47	1 : 0,90
<i>Admix® SDI®</i>	40	31	29	47	1 : 0,90
<i>Nu-Alloy® New Estetic®</i>	45	31	24	49,6	1 : 0,98

Fuente: elaboración propia

Elaboración de los cuerpos de prueba en amalgama de plata

Se empleó una matriz de aluminio, láminas de acetato y losetas de vidrio para elaborar 5 cuerpos de prueba simultáneamente, cada uno con forma de disco de 10 mm de diámetro por 4 mm de espesor (Figura 1). Para cada disco se utilizaron cuatro cápsulas de amalgama de plata monodosis. Cada cápsula se trituró en un amalgamador *Variamix® Dentsply®* durante 12 segundos. Los cuerpos de prueba fueron elaborados mediante la técnica convencional de empaquetado (disposición de la amalgama en la matriz), condensado (compactación de la amalgama en la matriz), bruñido (adaptación de la amalgama respecto al borde cavo de la matriz) y pulido (16). Una vez finalizada la fase de cristalización, los cuerpos de prueba fueron retirados de la matriz.

Figura 1. Disco elaborado en amalgama de plata



Fuente: fotografía propia

Manejo, conservación y distribución de la muestra

Una vez elaborados los cuerpos de prueba en amalgama de plata, cada uno fue depositado de forma individual en un recipiente plástico opaco y mantenido a humedad relativa y temperatura ambiente. Los cuerpos de prueba fueron distribuidos por conveniencia de acuerdo al rango de temperatura al que fueron sometidos en los grupos control e intervención (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la muestra

Marcas de amalgama de plata	Temperatura			
	Grupo control	Grupo intervención		
	28°C	200°C	400°C	600°C
<i>Contour® Kerr®</i>	3	3	3	3
<i>Admix® SDI®</i>	3	3	3	3
<i>Nu Alloy® Newstethic®</i>	3	3	3	3

Fuente: elaboración propia

Aplicación de altas temperaturas

Este procedimiento se realizó con base al protocolo técnico y científico establecido en el Departamento de Odontoestomatología de la Universidad de Pavia (Italia) y con base en los estudios realizados en la Escuela de Odontología de la Universidad del Valle (Colombia) (14,15).

Los cuerpos de prueba correspondientes a cada rango de temperatura del grupo intervención se colocaron en bandejas individuales de revestimiento refractario (*Cera-Fina® Whipmix®*) para facilitar su manipulación, y se sometieron al calor directo dentro de un horno tipo mufla (*Thermolyne®*) previamente calibrado a tres diferentes rangos de temperatura (200°C, 400°C y 600°C), con una tasa de ascenso de 10°C por minuto desde una temperatura inicial de 28°C hasta alcanzar cada una de las temperaturas propuestas. De esta forma, se introdujeron los tres cuerpos de prueba por cada marca comercial (cada uno en su respectiva bandeja) correspondientes al rango de temperatura de 28°C a 200°C, se dejó enfriar el horno de nuevo a temperatura ambiente y se procedió a sacar las bandejas con los cuerpos de prueba. Luego, se introdujeron los tres cuerpos de prueba correspondientes al rango de temperatura de 28°C a 400°C, se dejó enfriar el horno de nuevo a temperatura ambiente y se procedió a sacar las bandejas con los cuerpos de prueba. Lo mismo se hizo con los cuerpos de prueba correspondientes al rango de temperatura de 28°C a 600°C y con cada marca comercial de amalgama de plata

Análisis de microscopía electrónica de barrido y espectrofotometría

Se empleó un MEB (*FEI-Quanta 250®*) con una aceleración de voltage de 12.50 KV para obtener microfotografías a 250, 500 y 2000 aumentos. Para el análisis químico a través de espectrofotometría, se utilizó el detector de energía dispersiva EDS (del inglés, *Energy Dispersive Spectrometer*) que capturó los rayos X generados por las transiciones de energía de los electrones internos cuando son expulsados por la interacción con los electrones

externos al bombardear la muestra en un área de una micra –en la que se está tomando la microfotografía– para obtener el porcentaje en peso atómico (Wt). Con esta técnica se pueden detectar todos los elementos químicos con número atómico mayor a 4 (Ag=47; Cu=29, Sn=50 y Hg=80).

Análisis estadístico

Los datos de la observación se incluyeron en una plantilla en Excel y se procesaron en el Software SPSS a través de análisis de frecuencias. Los criterios tenidos en cuenta para el análisis de las amalgamas de plata mediante MEB son la morfología de las partículas, las fallas de continuidad (fisuras, grietas y fracturas) y la distribución de las partículas químicas a través de espectrofotometría.

Resultados

Desde el punto de vista macroscópico, las tres marcas comerciales de amalgama de plata empleadas en este estudio tuvieron un comportamiento similar, a excepción del comportamiento de los nódulos de Ag, asociado al comportamiento del Hg. Estos nódulos aparecieron a los 200°C en los cuerpos de prueba de *Admix® SDI®* y a los 400°C en los cuerpos de prueba de *Contour® Kerr®* y en *Nu Alloy® Newstethic®*; a los 600°C desaparecieron en los cuerpos de prueba de *Contour® Kerr®* y en *Nu Alloy® Newstethic®*, mientras que en los cuerpos de prueba de *Admix® SDI®* aún se podían observar fisuras y grietas en el lugar donde se habían formado los nódulos (Tabla 3, Figura 2).

Desde el punto de vista microscópico se pudo observar en el grupo control la manera como se organizó la matriz de la amalgama a partir de las fases *gamma 1* (Ag-Hg) y *eta* (Cu-Sn). En la medida que subió la temperatura, el Sn se asoció a la Ag y al Hg conformando conglomerados ternarios; posteriormente, el Hg se fundió y, mientras ebullió, se desplazó hasta la superficie arrastrando la Ag hasta conformar los nódulos de Ag, dejando grandes espacios en medio de la matriz del cuerpo de prueba, la cual quedó conformada por conglomerados ternarios de Ag-Cu-Sn. Este proceso empieza en los cuerpos de prueba de *Admix® SDI®* desde los 200°C mientras que en los cuerpos de prueba de *Contour® Kerr®* y *Nu Alloy® Newstethic®* empieza desde los 400°C (Figuras 3-5).

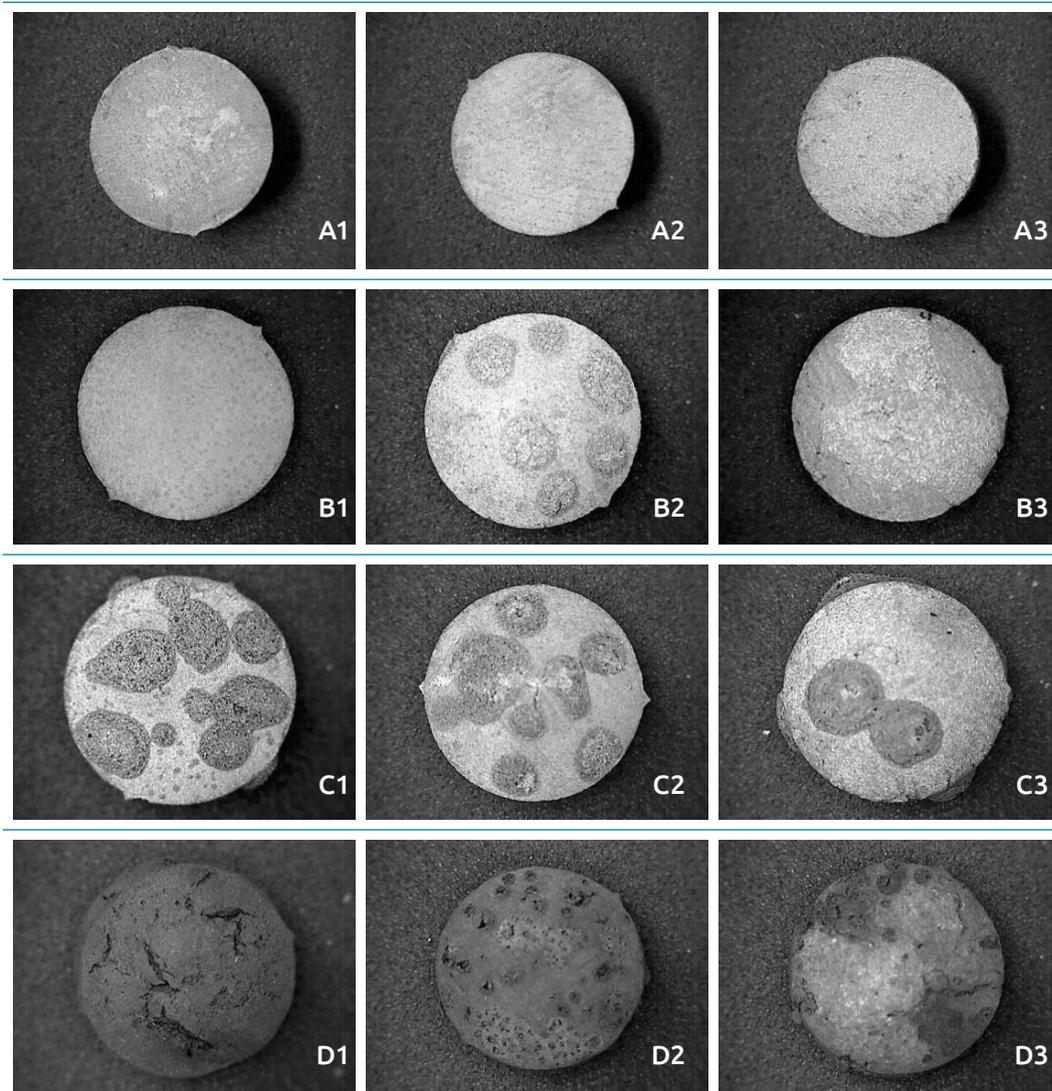
Finalmente, el análisis espectrofotométrico de la superficie de los cuerpos de prueba evidenció el aumento del porcentaje de Wt a los 200°C y 400°C y su posterior disminución a los 600°C respecto al grupo control. Este comportamiento se hizo más evidente en los cuerpos de prueba de *Nu Alloy® Newstethic®*, asociado a su mayor contenido de Hg a los 600°C. Caso contrario sucedió con el Cu, el cual fue aumentando conforme aumentó la temperatura y el Sn que aumentó a los 600°C (Figuras 6-8). Al realizar el análisis del Wt por cada elemento Cu-Hg-Ag-Sn en cada marca y para cada una de las temperaturas a través de la prueba *Chi-cuadrado*, hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el comportamiento del Cu, del Sn y del Hg a los 400°C y 600°C de acuerdo al porcentaje de su peso atómico (Wt), definido como el promedio de la masa de cada elemento (Tabla 4).

Tabla 3. Cambios macroscópicos de los cuerpos de prueba de amalgama de plata sometidos a altas temperaturas

Temperatura	Marca comercial	Textura	Nódulo de Ag	Fisuras y grietas	Fractura	Estabilidad dimensional
200°C	<i>Contour® Kerr®</i>	El aspecto superficial es poroso	No se presentan	No se presentan	No se presentan	No se presentan
	<i>Admix® SDI®</i>	El aspecto superficial es poroso				
	<i>Nu Alloy® Newsthetic®</i>	El aspecto superficial es rugoso y poroso				
400°C	<i>Contour® Kerr®</i>	El aspecto superficial es poroso				
	<i>Admix® SDI®</i>	El aspecto superficial es compacto				
	<i>Nu Alloy® Newsthetic®</i>	El aspecto superficial es poroso				
600°C	<i>Contour® Kerr®</i>	El aspecto superficial es compacto				
	<i>Admix® SDI®</i>	El aspecto superficial es compacto				
	<i>Nu Alloy® Newsthetic®</i>	El aspecto superficial es compacto				

Fuente: elaboración propia

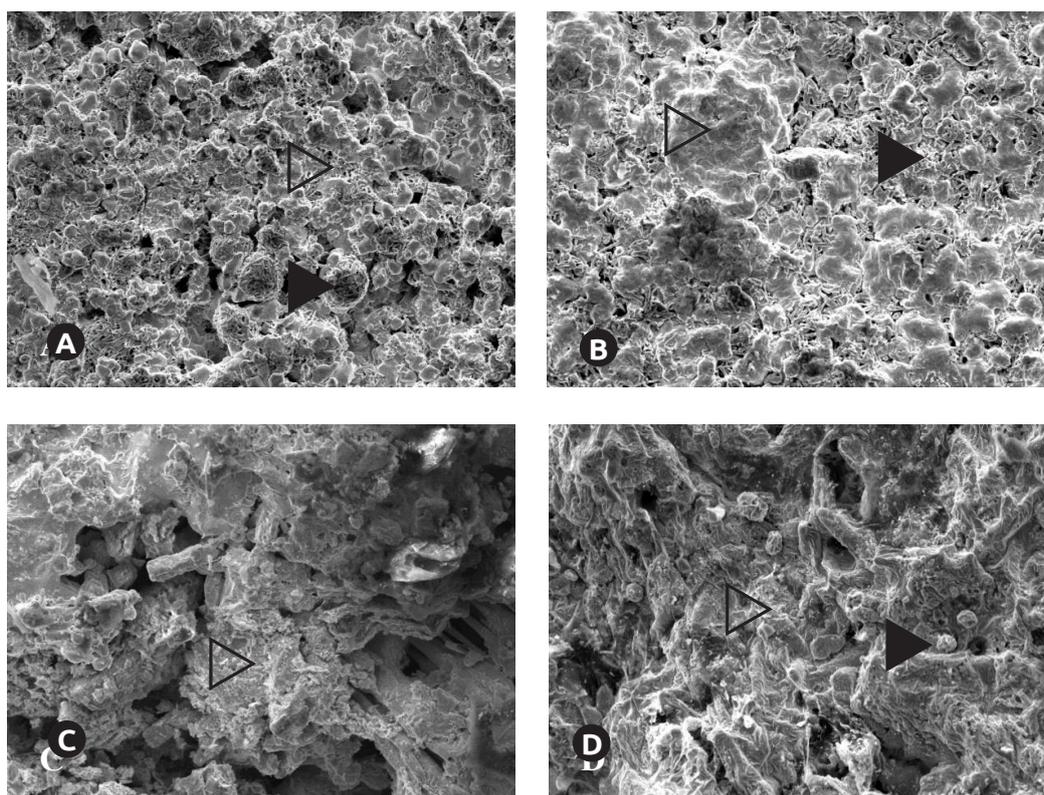
Figura 2. Esteremicroscopías de los cuerpos de prueba de amalgama de plata observados a 15X.



- A1: disco de amalgama *Contour® Kerr®*.
- A2: disco de amalgama *Admix® SDI®*.
- A3: disco de amalgama *Nu Alloy® Newstethic®* del grupo control.
- B1: disco de amalgama *Contour® Kerr®*.
- B2: disco de amalgama *Admix® SDI®* en el que se observa la aparición de nódulos de Ag.
- B3: disco de amalgama *Nu Alloy® Newstethic®* sometidos a altas temperaturas 200°C.
- C1: disco de amalgama *Contour® Kerr®*.
- C2: disco de amalgama *Admix® SDI®*.
- C3: disco de amalgama *Nu Alloy® Newstethic®* sometidos a altas temperaturas 400°C en los que se observan la aparición de nódulos de Ag.
- D1: disco de amalgama *Contour® Kerr®*.
- D2: disco de amalgama *Admix® SDI®*.
- D3: disco de amalgama *Nu Alloy® Newstethic®* sometidos a altas temperaturas 600°C en los que se observa la desaparición de los nódulos de Ag y la presencia de fisuras y grietas.

Fuente: fotografía propia

Figura 3. MEB a 2000X de cuerpos de prueba confeccionados en amalgama de plata Contour® Kerr®.



A: disco grupo control en el que se observan la fase *gamma* 1 de Ag-Hg (◻), la fase *eta* de Cu-Sn (◼) y el aspecto redondeado de las partículas (70% esféricas) características de esta marca comercial.

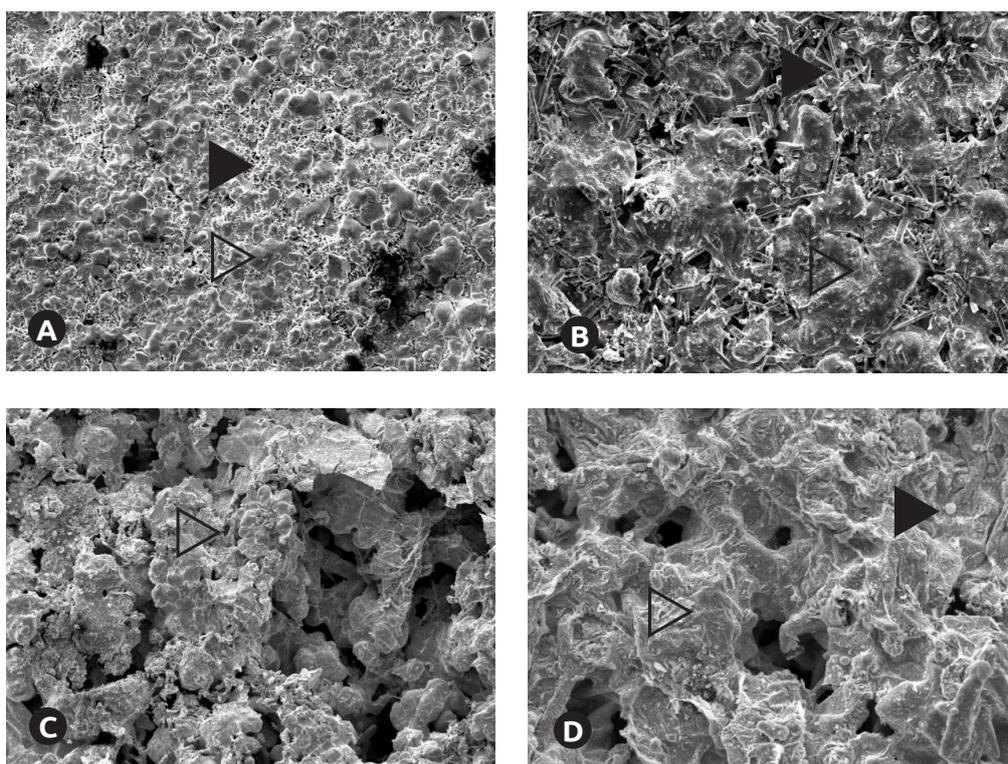
B: disco sometido a 200°C en el que se observa la conformación de grandes conglomerados ternarios de Ag-Hg-Sn (◻) y la fase *eta* dispersa entre estos grandes conglomerados (◼).

C: disco sometido a 400°C en donde se observa un conglomerado ternario de Ag-Sn-Cu (◻) y grandes espacios causados por la ebullición del Hg que se desplaza a la superficie del disco arrastrando Ag, lo cual da origen a las balas de Ag.

D: disco sometido a 600°C en el que se aprecia la fusión de los conglomerados ternarios de Ag-Sn-Cu (◻); algunas partículas redondeadas de Ag-Cu-Sn sin reaccionar que no conformaron la fase *gamma* 1 y *eta* durante la amalgamación (◼), y grandes espacios formados por la evaporación del Hg.

Fuente: fotografía propia

Figura 4. MEB a 2000X de cuerpos de prueba confeccionados en amalgama de plata Admix® SDI®.



A: disco grupo control en el que se observan la fase *gamma* 1 de Ag-Hg (▷) y la fase *eta* de Cu-Sn (◀).

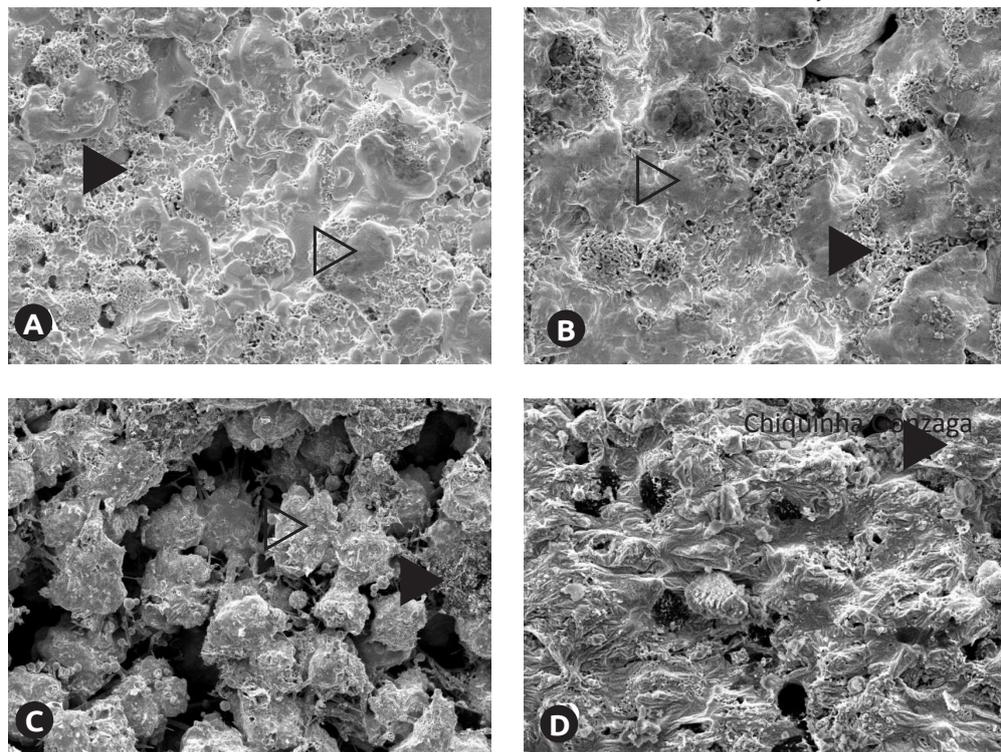
B: disco sometido a 200°C en el que se observa la disociación de las fases: Ag-Hg-Sn conforma un conglomerado ternario (◻), el Sn-Cu de la fase *eta* se agrupa en cristales y partículas irregulares (▶) y aparecen espacios en medio de la aleación asociados a la ebullición del Hg que se desplaza hacia la superficie del disco.

C: disco sometido a 400°C en donde se observa un conglomerado de Ag-Sn-Cu (◻) y grandes espacios causados por la ebullición del Hg quien se desplaza a la superficie del disco arrastrando Ag, lo cual da origen a las balas de Ag.

D: disco sometido a 600°C en el que se aprecia la fusión de los conglomerados de Ag-Sn-Cu (◻); algunas partículas redondeadas de Ag-Cu-Sn sin reaccionar que no conformaron las fase *gamma* 1 y *eta* durante la amalgamación (◻), y grandes espacios formados por la evaporación del Hg.

Fuente: fotografía propia

Figura 5. MEB a 2000X de cuerpos de prueba confeccionados en amalgamada plata *Nu Alloy® Newsthetic®*.



A: disco grupo control en el que se observan la fase *gamma* 1 de Ag-Hg (▷) y la fase *eta* de Cu-Sn (◀).

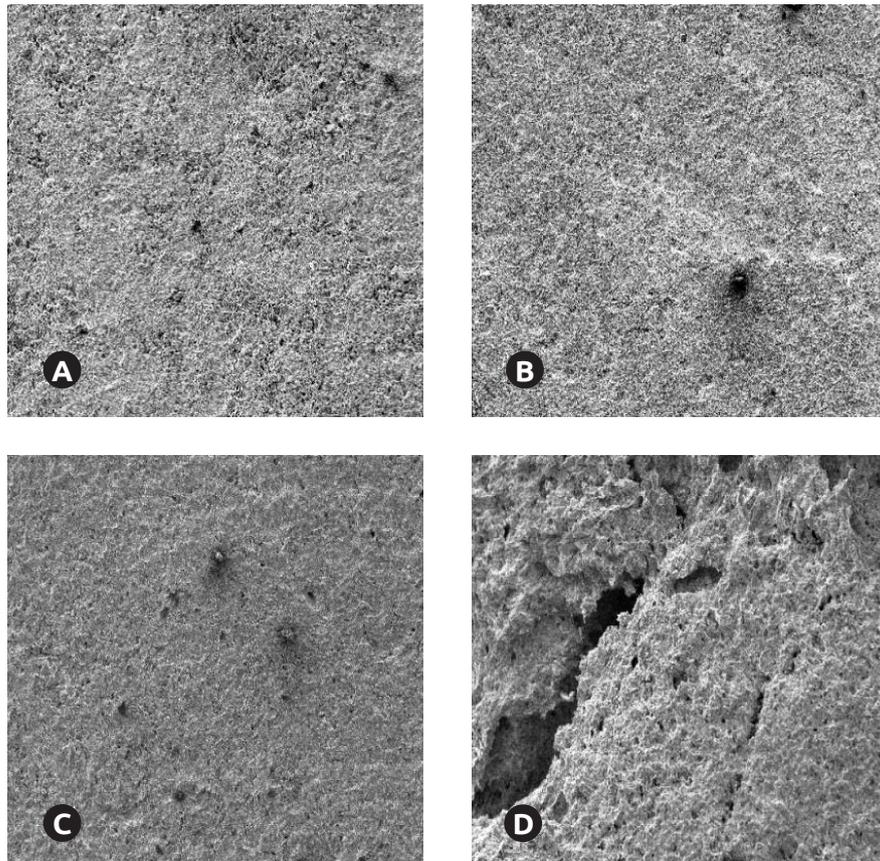
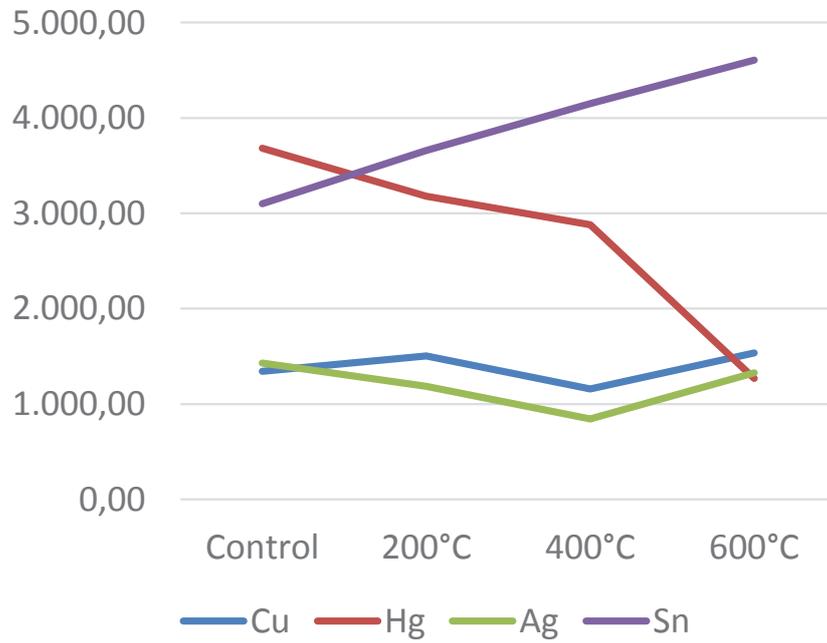
B: disco sometido a 200°C en el que se observa un aumento en la formación y fusión de conglomerados ternarios de Ag-Hg-Sn (▷) mientras que el Sn-Cu se agrupa en una fase *eta* porosa asociada a la ebullición del Hg quien se desplaza a la superficie del disco arrastrando Ag (▶).

C: disco sometido a 400°C en donde se observan grandes conglomerados esféricos de Ag-Sn-Cu (▷), restos de la fase *eta* de Cu-Sn (▶) asociada a algunos de estos conglomerados, y grandes espacios causados por la ebullición del Hg quien se desplaza a la superficie del disco arrastrando Ag, lo cual da origen a las balas de Ag.

D: disco sometido a 600°C en el que se aprecia la fusión de los conglomerados de Ag-Sn-Cu (▷); algunas partículas redondeadas de Ag-Cu-Sn sin reaccionar que no conformaron las fase *gamma* 1 y *eta* durante la amalgamación (▶), y espacios formados por la evaporación del Hg.

Fuente: fotografía propia

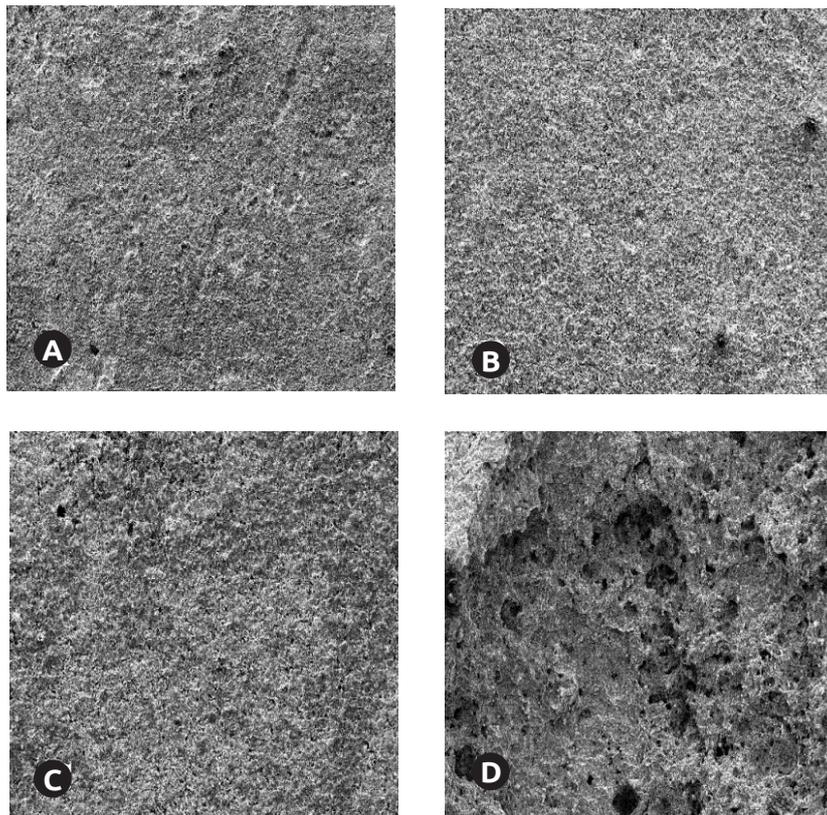
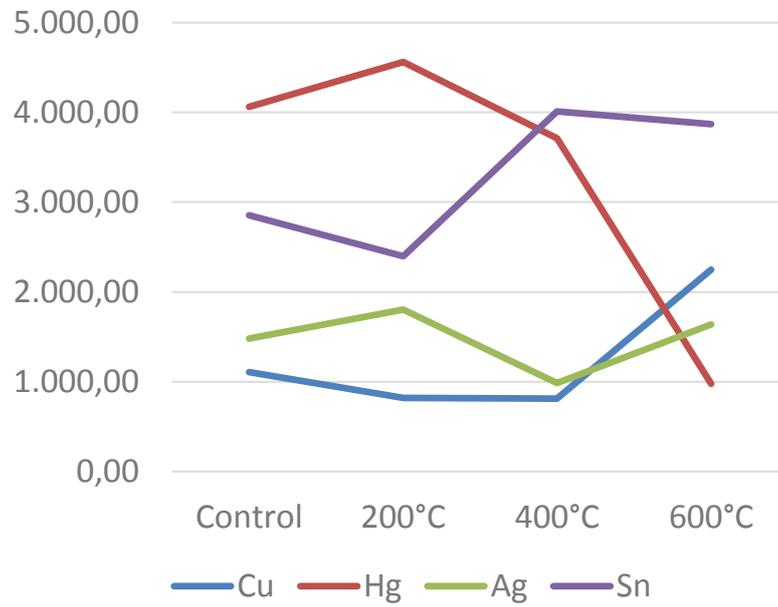
Figura 6. Espectrofotometría a 250X de la superficie de cuerpos de prueba confeccionados en amalgama *Contour® Kerr®*



A: control. B: 200°C. C: 400°C. D: 600°C. Se puede observar el aumento de Hg –asociado a su ebullición– en la superficie de los cuerpos de prueba hasta los 400°C y, posteriormente, su disminución por evaporación a los 600°C, temperatura en la que predominan los conglomerados ternarios de Ag-Sn-Cu y aumenta la cantidad de Ag en la superficie.

Fuente: fotografía propia

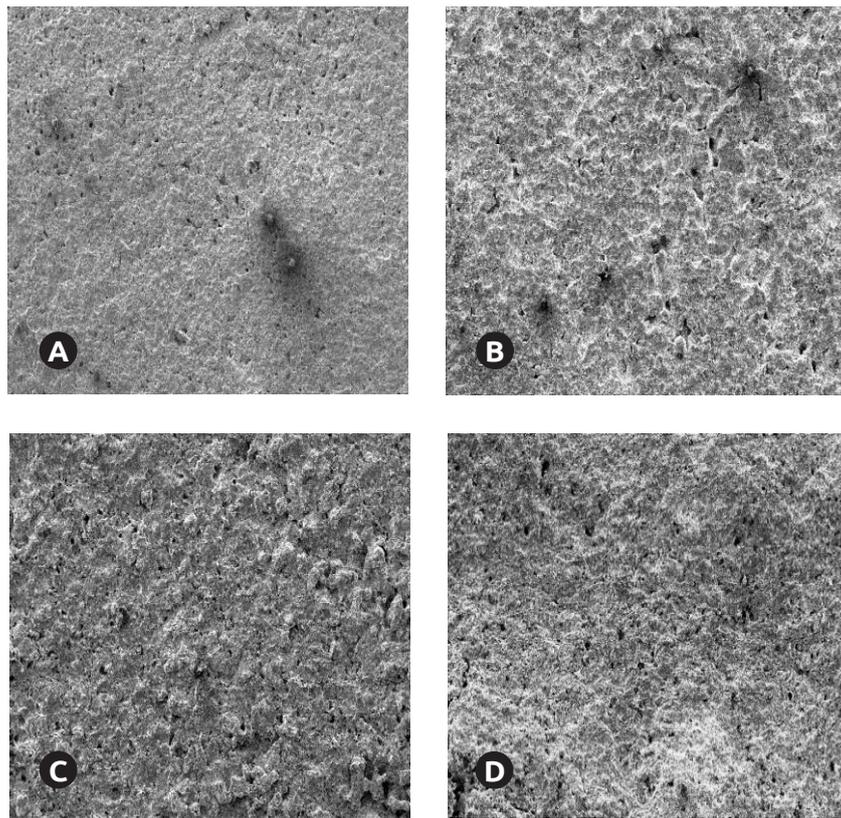
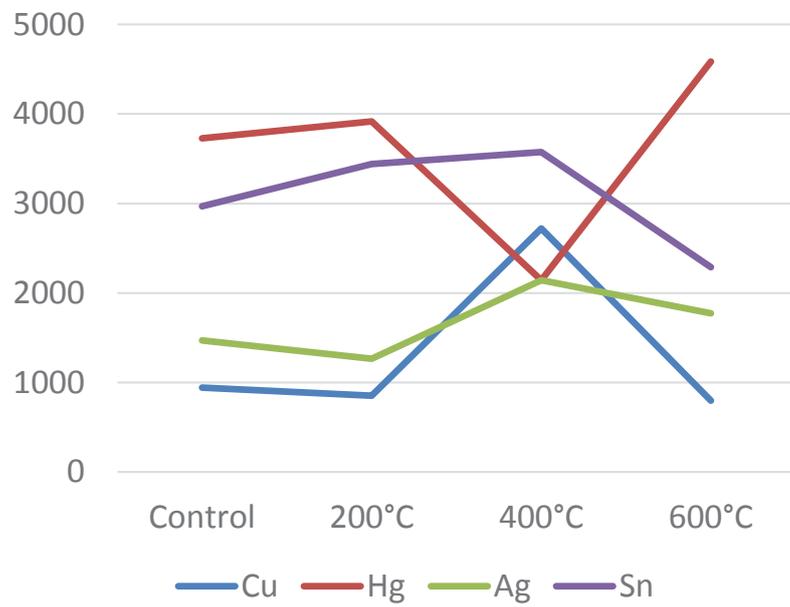
Figura 7. Espectrofotometría a 250X de la superficie de cuerpos de prueba confeccionados en amalgama *Admix® SDI®*.



A: control. B: 200°C. C: 400°C. D: 600°C. Se puede observar el aumento de Hg –asociado a su ebullición– en la superficie de los cuerpos de prueba hasta los 400°C y, posteriormente, su disminución por evaporación a los 600°C, temperatura en la que predominan los conglomerados ternarios de Ag-Sn-Cu y aumenta la cantidad de Ag en la superficie.

Fuente: fotografía propia

Figura 8. Espectrofotometría a 250X de la superficie de cuerpos de prueba confeccionados en amalgama *Nu Alloy® Newstethic®*.



A: control. B: 200°C. C: 400°C. D: 600°C. Se puede observar el aumento de Hg –asociado a su ebullición– en la superficie de los cuerpos de prueba hasta los 200°C; posteriormente, su disminución por evaporación a los 400°C y su aumento –asociada a la alta concentración en esta marca comercial– a los 600°C, temperatura en la que predominan los conglomerados ternarios de Ag-Sn-Cu y aumenta la cantidad de Ag en la superficie.

Fuente: fotografía propia

Tabla 4. Espectrofotometría –porcentaje peso atómico (Wt)– de los cuerpos de prueba de amalgama

Partículas	Control			P
	Contour® Kerr®	Admix® SDI®	Nu Alloy® Newsthetic®	
Cu	1.342,00±90,22	1.106,67±16,74	944,00±439,95	0.0650
Hg	3.682,67±149,15	4.062,33±5,86	3.727,33±224,43	0.0665
Ag	1.428,67±143,16	1.479,33±38,66	1.472,00±122,01	0.7326
Sn	3.102,00±67,18	2.852,67±21,39	2.967,00±457,63	0.2881
200°C				
Cu	1.503,67±70,51	822,33±40,77	853,67±27,61	0.0608
Hg	3.178,67±188,81	4.562,33±89,85	3.915,33±579,24	0.0582
Ag	1.184,67±92,05	1.805,33±34,27	1.266,33±210,30	0.0608
Sn	3.659,67±125,95	2.395,67±21,13	3.440,67±625,13	0.0608
400°C				
Cu	1.158,33±139,09	811,00±108,39	2.719,00±532,09	0.0273*
Hg	2.879,00±700,90	3.712,67±663,01	580,33±56,32	0.0390*
Ag	842,67±397,27	984,67±283,66	2.144,67±514,34	0.0608
Sn	4.151,33±702,66	4.008,67±545,20	3.573,67±188,51	0.5866
600°C				
Cu	1.536,67±154,60	2.247,67±430,75	799,33±96,16	0.0273*
Hg	1.269,33±193,50	976,67±98,64	4.586,00±120,83	0.0390*
Ag	1.328,00±300,06	1.638,33±177,09	1.774,33±99,85	0.1479
Sn	4.608,33±205,10	3.870,00±283,14	2.289,67±68,15	0.0273*

*Significancia estadística $p < 0,05$

Fuente: elaboración propia

Discusión

En la literatura especializada dentro del contexto forense, existen algunos reportes que han descrito el comportamiento de los materiales de uso odontológico a la acción de las altas temperaturas. Respecto a la amalgama de plata, Merlati *et al.*, sometieron a altas temperaturas dientes restaurados con dicho material, evidenciando que a partir de los 200°C aparecen “burbujas” en la superficie y que a los 600°C el Hg se ha evaporado quedando la limadura (13).

Estos mismos investigadores, en otro estudio, aplicaron altas temperaturas a 75 dientes (25 dientes restaurados con amalgama de plata en preparaciones clase I y 25 dientes restaurados con amalgama de plata en preparaciones clase V) observando que en cada rango de temperatura se presentan cambios que se repiten en las diferentes muestras, hasta que a los 1.000°C la amalgama de plata se desintegra (14).

Moreno *et al.* describieron que a los 200°C y a los 400°C las restauraciones de amalgama de plata sufren pérdida de brillo y formación de nódulos en la superficie; a los 600°C adquieren un color negro opaco y pierden las características morfológicas conferidas

durante el bruñido, a los 800°C la textura es rugosa y algunos especímenes se encuentran fragmentados, finalmente entre los 1.000°C y 1.200°C se fragmentan (15). Patidar *et al.*, sometieron a la acción de altas temperaturas dientes obturados con amalgama de plata, la cual desde los 200°C presentó una superficie rugosa y fisurada, características que se hicieron más evidentes conforme aumentaba la temperatura, hasta que a los 800°C se presentan unas estructuras globulares en la superficie de las restauraciones (18).

Aramburo *et al.* encontraron que a los 200°C las amalgamas de plata se tornan opacas y rugosas al formarse en su superficie nódulos, a los 400°C pierden brillo y se observan fisuras, a los 600°C se observan de color negro, a los 800°C continúan de color negro y presentan nódulos redondeados y fisuras internas, y a los 1.000°C se encuentran fragmentadas y pulverizadas (19). Moreno y Mejía manifestaron que a los 400°C la amalgama de plata presenta la superficie oclusal rugosa asociada a la aparición de nódulos que surgen al ebullición del Hg a través de burbujas gaseosas, las cuales al disminuir la temperatura por acción de la presión ambiental agrupan los otros elementos de la aleación que son arrastrados por el Hg para constituir estos nódulos (20). Vázquez *et al.* encontraron que a los 200°C las restauraciones en amalgama de plata se tornan opacas y rugosas al formarse en su superficie nódulos, a los 400°C se oscurecen y se forman grietas superficiales, a los 600°C adquieren color negro y se pierden las caracterizaciones morfológicas, y entre los 800°C y 1.000°C presentan nódulos redondeados (21).

Todos estos estudios *in vitro* concluyeron que las restauraciones en amalgama de plata cuentan con gran resistencia a las altas temperaturas, pese a la formación de fisuras y grietas. Además, resaltaron la formación estructuras esféricas o globulares en la superficie del biomaterial, las cuales habían sido descritas inicialmente por Günther y Schmidt – citados por Rötzscher *et al.* (22)– como “balas de plata”.

En este estudio, entre los 200°C y 400°C, la superficie de los cuerpos de prueba se observa rugosa debido a la aparición de nódulos que surgen por la movilización del Hg desde la matriz al entrar en ebullición conforme aumenta la temperatura, al mismo tiempo que arrastra consigo partículas de Ag hacia la superficie de la amalgama de plata y que luego por la presión y la disminución de la temperatura se agrupan para conformar las llamadas “balas de plata”, es decir, la temperatura afecta la fase *gamma* 1. Finalmente, cuando la temperatura asciende a 600°C, el Hg se evapora dejando fisuras y grietas en donde se encontraban los nódulos, ocasionando que la Ag forme conglomerados con el Cu y el Sn, debido a la oxidación del Cu y a la temprana fusión del Sn (desde los 200°C) (23-25).

Este comportamiento macroscópico se pudo corroborar con MEB. En los cuerpos de prueba del grupo control se pudo describir la matriz de amalgama de plata conformada por las fases *gamma* 1 de Ag-Hg rodeada de la fase *eta* de Cu-Sn (propia de las amalgamas con alto contenido de Cu), además de partículas eutécticas de Ag-Cu y partículas de Ag, Cu y Sn que no reaccionaron (26).

Al aumentar la temperatura entre 200°C y 400°C, la fase *gamma* 1 es la primera que se afecta. Al ebullición del Hg, este se desplaza hacia la superficie arrastrando partículas de Ag y dejando espacios en la matriz de la amalgama de plata; si la temperatura disminuye la fase *gamma* 1 constituye los nódulos en la superficie de los cuerpos de prueba. Ya para el caso de los cuerpos de prueba sometidos a 600°C, el Hg se evapora destruyendo la fase *gamma* 1 y dejando fisuras y grietas en el lugar donde se conformaron los nódulos.

Si tenemos en cuenta que la función de la fase *gamma* 1 es brindar resistencia a la aleación para evitar fractura, una vez destruida, los cuerpos de prueba fueron susceptibles a la fragmentación, y solo lograron mantener su forma por el alto contenido de Cu, el cual esta conformando conglomerados ternarios de Ag-Cu-Sn a partir de la fase *eta* y partículas eutécticas de Ag-Cu (12).

Los estudios sobre el comportamiento de la amalgama de plata a las altas temperaturas se han realizado con intereses clínicos, alcanzando temperaturas por debajo de los 100°C. Este tipo de estudios han descrito que, a temperaturas por encima de los 70°C, se altera químicamente la fase *gamma* 1 por la formación de conglomerados ternarios de Ag-Hg-Sn, esto favorece la corrosión y la formación de poros en la matriz de amalgama, y morfológicamente tras el aumento de tamaño de las partículas (27). Este comportamiento de la fase *gamma* 1 se pudo corroborar con el análisis espectrofotométrico, donde se evidenció la forma como el Wt del Hg –asociado a su ebullición– y del Cu –asociado a su oxidación– aumenta en la superficie de los cuerpos de prueba a los 200°C y 400°C. Finalmente, el Wt del Hg disminuye –asociado a su evaporación– y el del Sn aumenta –asociado a su fusión– a los 600°C (23,24).

Cabe anotar que la Ag fue arrastrada por la afinidad química con el Hg. Por lo tanto, el comportamiento de la amalgama de plata evidenció que conforme aumenta la temperatura, la matriz se disoció, de tal forma que el Hg ebullió y se desplazó hacia la superficie de los cuerpos de prueba mientras arrastró a la Ag, la cual se concentró en lugares específicos en donde se formaron los nódulos. Posteriormente, al aumentar la temperatura a 600°C el Hg se evaporó, mientras que el Cu y el Sn se precipitaron hacia la superficie y conformaron grandes conglomerados ternarios junto con la Ag; esto ocasionó poros, fisuras y grietas en toda la matriz, mucho más evidentes en el lugar en donde se formaron los nódulos. Este comportamiento fue similar en las tres marcas comerciales de amalgama de plata; no obstante, la diferencia en el comportamiento del Hg para la marca comercial *Nu Alloy® Newsthetic®* fue evidente, debido a su mayor porcentaje en la composición de esta amalgama de plata.

Conclusiones

Los cuerpos de prueba de las tres marcas comerciales de amalgama de plata sufren cambios en su estructura en la medida que aumenta la temperatura. De esta forma, la disociación de la matriz se debe a la ebullición del Hg (entre 200°C y 400°C) y su posterior evaporación (600°C), al arrastre de Ag hacia la superficie por su afinidad química por el Hg, y a la conformación de conglomerados ternarios de Ag-Sn-Cu.

La formación de los nódulos de Ag fue explicada, a través de MEB y espectrofotometría, como una consecuencia del comportamiento de la fase *gamma* 1 de Ag-Hg al aumentar la temperatura, la cual empieza a disociarse a los 200°C en los cuerpos de prueba de *Admix® SDI®* y a los 400°C en los cuerpos de prueba de *Contour® Kerr®* y de *Nu Alloy® Newsthetic®*. Cabe resaltar que la aparición y conformación de las balas plata en la medida que aumenta la temperatura, resultan fundamentales al momento de determinar si la amalgama de plata resultó quemada, carbonizada e incinerada, lo cual es de gran utilidad en el contexto odontológico forense.

Se encontraron diferencias en el comportamiento del Hg en la marca comercial *Nu Alloy®* *Newstethic®* respecto a *Admix®* *SDI®* y a *Contour®* *Kerr®*; sin embargo, las diferencias no fueron lo suficientemente significativas como para diferenciar las tres marcas comerciales de amalgama de plata a través de EDS debido a la capacidad de detección en áreas microscópicas. De allí que su utilidad forense, al momento de generar marcadores durante el cotejo antemortem-postmortem, se limitada en el caso de cadáveres quemados, carbonizados e incinerados. Se recomienda hacer espectrofotometría de masas para determinar si existen diferencias significativas en la concentración de los elementos constitutivos Cu-Hg-Ag-Sn entre los cuerpos de prueba de las tres marcas comerciales de amalgama de plata.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Laboratorio Docente de Obtención y Análisis de Imágenes de la Escuela de Odontología de la Universidad del Valle por la asesoría prestada durante el análisis de la muestra.

Referencias

1. Rothwell BR. Principles of dental identification. *Dent Clin North Am* 2001; 45(2): 253-270.
2. Sweet D. Why a dentist for the identification? *Dent Clin North Am* 2001; 45(2): 237-251.
3. Pretty IA, Sweet D. A look at forensic dentistry. Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *Br Dental J* 2001; 190(7): 359-366.
4. Marín L, Moreno F. Odontología forense: identificación odontológica de cadáveres quemados. Reporte de dos casos. *Revista Estomatología* 2004; 12(2): 57-70.
5. Delattre VF. Burned beyond recognition: Systematic approach to the dental identification of charred human remains. *J. Forensic Sci* 2000; 45(3): 589-596.
6. American Board of Forensic Odontology ABFO. Body identification guidelines. *J Am Dent Assoc* 1994; 125(9):1244-1254.
7. Guzmán H. *Biomateriales Odontológicos de uso clínico*. Tercera Edición. Ediciones ECOE: Bogotá, 2003.
8. Yengopal V, Harneker SY, Patel N, Siegfried N. Dental fillings for the treatment of caries in the primary dentition. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 2: CD004483.
9. Maserejian NN, Hauser R, Tavares M, et al. Dental composites and amalgam and physical development in children. *J Dent Res* 2012; 91(11):1019-1025.

10. Phillips RW. *Skinner's Science of Dental Materials*. 9th Edition. Philadelphia: WB Saunders Company, 1992.
11. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. *Dental Materials: Properties and Manipulation*. Seventh Edition. St Louis: Mosby, 2000.
12. Hasheminezhad A, Zebarjad SM, Sajjadi SA, *et al*. Effect of copper content on compressive strength and microstructure of dental amalgams. *Engineering* 2012; 4:155-159.
13. Merlati G, Danesino P, Savio C, *et al*. Observations of dental prostheses and restorations subjected to high temperatures: experimental studies to aid identification processes. *J Forensic Odontostomatol* 2002; 20(2): 17-24.
14. Merlati G, Savio C, Danesino P, *et al*. Further Study of restored and unrestored teeth subjected to high temperatures. *J Forensic Odontostomatology* 2004; 22(2): 34-39.
15. Moreno S, León M, Marín L, *et al*. Comportamiento in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales de obturación dental sometidos a altas temperaturas con fines forenses. *Colomb Med* 2008; 39 (Supl 1): 28-46.
16. Moreno S, Merlati G, Marín L, *et al*. Effects of high temperatures on different dental restorative systems: Experimental study to aid identification processes. *J Forensic Dent Sci* 2009; 1(1):17-23.
17. Stratis S, Bryant RW. The influence of modified cavity design and finishing techniques on the clinical performance of amalgam restorations: a 2-year clinical study. *J Oral Rehabil* 1998; 25(4): 269-78.
18. Patidar KA, Parwani R, Wanjari S. Effects of high temperature on different restorations in forensic identification: Dental samples and mandible. *J Forensic Dent Sci* 2010; 2(1): 37-43.
19. Aramburo J, Zapata A, Zúñiga S, *et al*. Análisis estereomicroscópico de materiales dentales de uso en endodoncia sometidos a altas temperaturas. *Revista Estomatología* 2011; 19(2): 8-15.
20. Moreno F, Mejía C. Análisis a través de microscopía electrónica de barrido de dos dientes con tratamiento endodóncico sometidos a altas temperaturas. Estudio piloto. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2011; 23(19): 22-36.
21. Vásquez L, Rodríguez P, Moreno F. Análisis macroscópico in Vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales dentales de uso en endodoncia, sometidos a altas temperaturas con fines forenses. *Revista Odontológica Mexicana* 2012; 16(3):171-181.

22. Rötzscher K, Grundmann C, Benthaus S. The effects of high temperatures on human teeth and dentures. *Int Poster J Dent Oral Med* 2004; 6: Poster 213.
23. Odanov Z, Djurdjev M. Investigation of the mechanism of mercury removal from a silver dental amalgam alloy. *J Serb Chem Soc* 2004; 69(12):1111-1120.
24. Mrowec S, Stokosa A. Oxidation of copper at high temperatures. *Oxidation of Metals* 1971; 3 (3): 291-311.
25. Kerl B, Forbeck F. Hg. En: Stohmann F (Ed). *Gran enciclopedia de química industrial*. Tomo X. Barcelona: F. Soix; 1956: 68-155.
26. Mahler DB. The High-Copper Dental Amalgam Alloys. *J Dent Res*. 1997; 76(1): 537-541.
27. Tsutsumi S, Nakamura M, Ferracane JL, et al. Thermal analysis of amalgams. *Dent Mater* 1988; 4(5): 307-311.

Comparación de distancias interradiculares y grosor del hueso cortical en dos sectores del maxilar inferior para colocación de mini implantes *

Aida Nabile Silva Zatarain 1
Jaime Fabián Gutiérrez Rojo 2
Sarai Castrejón 3

Comparison of interradicular distances and cortical bone thickness in two sectors of lower jaw for placement of mini-implants *

Resumen

Introducción: la colocación de mini implantes interradiculares, como alternativa para el anclaje de aparatología ortodóntica, varía acorde a la clasificación esquelética del paciente Clase I o II. Es necesario realizar la correcta identificación de la ubicación radicular y grosor cortical como parte del análisis estratégico del área a intervenir. **Objetivo:** comparar tomográficamente las distancias interradiculares y grosor del hueso cortical en dos sectores del maxilar inferior para colocación de mini implantes. **Materiales y métodos:** estudio transversal que incluyó 120 tomografías computarizadas de haz cónico, pertenecientes a pacientes Clase I (60) y Clase II (60) esquelética. Se identificó tomográficamente la distancia interradicular, el ancho bucolingual y el grosor del hueso cortical bucal, a partir de la cresta alveolar entre el segundo premolar y primer molar inferior derecho y entre el canino y lateral del mismo lado. Un análisis estadístico con prueba t Student al 95% de confianza comparó la ubicación de las estructuras anatómicas para clase I y II esquelética. **Resultados:** en la distancia interradicular, comparativamente entre clase I y II, se encontró significancia entre canino y lateral derecho ($p < 0.054$) a los 8 mm. En este mismo sector, en el ancho bucolingual, se encontró diferencia significativa a 6mm de altura ($p < .04$). En el grosor del hueso cortical no se encontraron diferencias estadísticas al comparar los valores para la Clase I y II. **Conclusiones:** en Clase I y II, el mayor espesor para la colocación de mini implantes se registró en el espacio interradicular a 8 mm de altura y en el ancho bucolingual a 6 mm.

Palabras Clave: hueso cortical; métodos de anclaje en ortodoncia; maxilar Inferior; tomografía computarizada de haz cónico; ortodoncia.

Abstract

Background: the placement of mini interradicular implants as an alternative for the anchoring of orthodontic appliances varies according to the skeletal classification of Class I or II patients. The correct identification of the root location and cortical thickness as part of the strategic analysis of the area to be intervened is necessary. **Objective:** to compare tomographically the interradicular distances and thickness of the cortical bone in two sectors of the lower jaw for placement of mini implants. **Materials and methods:** observational and cross-sectional study that included 120 conical beam CT scans of Class I (60) and Class II (60) skeletal patients. The interradicular distance, buccolingual width and thickness of the buccal cortical bone were measured in three dimensions from the alveolar crest between the second premolar and the first lower right molar and between the canine and the lateral side of the same side. A statistical analysis with a 95% confidence t Student test compared the location of anatomical structures for skeletal class I and II. **Results:** in the Interradicular Distance, when comparing the values to 95%, between Class I and II, significance was found between canine and right lateral ($p < 0.054$) at 8 mm. In this same sector, in the buccolingual width, significance was found at the height of 6 mm ($p < .04$). In the thickness of the cortical bone, no statistical differences were found when comparing the values for Class I and II. **Conclusions:** it is recommended to place mini implants in the two sectors interradicularly at the height of 8 mm in Class I and II. Considering the buccolingual width at the height of 6 mm.

Key words: cortical bone; orthodontic anchorage procedures; lower jaw; cone-beam computed tomography; orthodontics

* Artículo original de investigación.

1 Cirujana dentista. Magíster en Ciencias Estomatológicas en Ortodoncia BUAP. Docente de la Unidad Académica de Odontología y de la Especialidad de Ortodoncia en Universidad Autónoma de Nayarit. Contacto: nabilesilva@gmail.com

2 Cirujano dentista. Especialista en Ortodoncia. Magíster en salud pública. Docente de la Unidad Académica de Odontología y de la Especialidad de Ortodoncia en Universidad Autónoma de Nayarit.

3 Cirujana Dentista. Estudiante posgrado Ortodoncia Universidad Autónoma de Nayarit.

CITACIÓN SUGERIDA

Silva Zatarain AN, Gutiérrez Rojo JF, Castrejón S. Comparación de distancias interradiculares y grosor del hueso cortical en dos sectores del maxilar inferior para colocación de mini implantes. *Acta Odontol Col* [en línea] 2018 [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 8(2): 29 -40. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>

Recibido	Aprobado	Publicado
26/09/2017	29/05/2018	01/07/2018



Introducción

Los mini implantes son aditamentos que se colocan de forma temporal en estructuras óseas para ser utilizados como anclaje en los tratamientos de ortodoncia. Su bajo costo, fácil colocación, remoción y eliminación de efectos secundarios son ventajas que ofrecen estos aditamentos (1).

Durante el tratamiento de ortodoncia, en especial en los pacientes Clase I y II esquelética, es necesaria la retracción del sector anterior; los mini implantes pueden ser utilizados como anclaje absoluto para lograr estos objetivos (2).

La utilización de los mini implantes requiere de un conocimiento amplio sobre las zonas adecuadas para su inserción, sobre todo en pacientes Clase II esquelética donde la compensación dentoalveolar es una característica observada. En este tipo de maloclusión, los incisivos mandibulares se encuentran proinclinados y los incisivos maxilares retroinclinados. Esta compensación dentoalveolar podría afectar la disponibilidad de espacios interradiculares y el grosor de hueso cortical para la colocación de mini implantes (3).

En los últimos 15 años, la tomografía computarizada de haz cónico ha surgido como un complemento importante para el diagnóstico y planificación del tratamiento ortodóncico; especialmente en situaciones que requieren un estudio exacto de las complejas relaciones anatómicas y estructuras circundantes del esqueleto maxilofacial (4). La tomografía computarizada de haz cónico proporciona características y ventajas únicas para mejorar la práctica ortodóncica sobre las radiografías convencionales bidimensionales (5).

El objetivo de este estudio es comparar tomográficamente las distancias interradiculares y grosor del hueso cortical en dos sectores del maxilar inferior para colocación de mini implantes.

Materiales y métodos

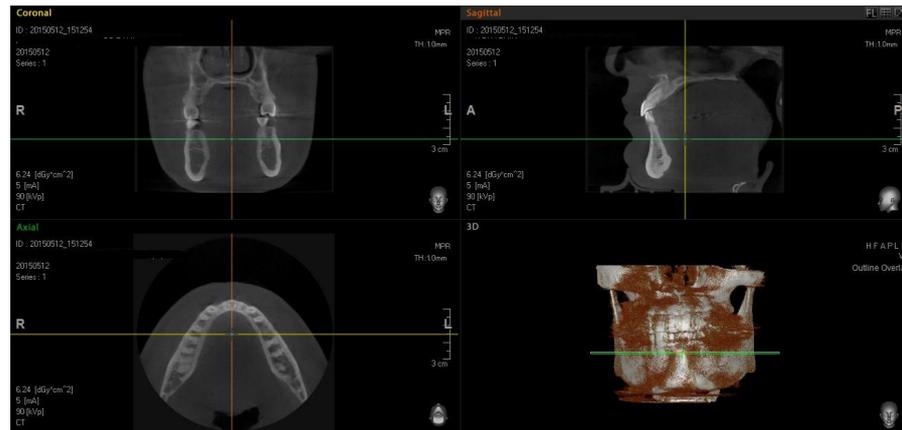
La investigación es descriptiva y transversal. El universo de estudio consistió en 250 tomografías computarizadas de haz cónico del tomógrafo VATECH Pax-13D, pretratamiento de pacientes que asistieron en el período de agosto 2014 a octubre 2016 a la clínica del posgrado de ortodoncia de la UAN. La muestra total seleccionada fue de 150. Para igualar la muestra se seleccionaron de forma aleatoria 60 tomografías Clase I y 60 de Clase II, dejando una muestra final de 120 tomografías, limitando el potencial del estudio.

Criterios de elegibilidad: se incluyen participantes entre 12 y 40 años, sin previo tratamiento de ortodoncia con dentición permanente completa y erupcionada, clasificados esqueléticamente como Clase I con discrepancia anteroposterior entre el maxilar y mandíbula (ANB) 0-4 o como Clase II ANB >4, con apiñamiento clasificado en categoría leve de 0 a 4 mm (6), que cuenten con un examen tomográfico completo de cuerpo mandibular y una salud periodontal (7). Se excluyen participantes con asimetrías craneofaciales, caninos retenidos y alteraciones dentales tipo micro o macrodoncia, raíces cortas o dilaceradas.

Todas las imágenes tomográficas fueron obtenidas utilizando el Pax-13D con 10x8 cm de FOV y un voxel de 12 mm. Se posicionó a todos los pacientes con el plano de Frankfurt paralelo al piso.

Todas las imágenes fueron orientadas utilizando un protocolo, donde el plano axial representado por la línea verde se ajustó de forma que fuera perpendicular a la superficie ósea y se pudieran apreciar claramente todos los órganos dentales y sus corticales (Fig. 1).

Figura 1. Imagen tomógrafo VATECH Pax-13D. Orientación del plano axial.



Fuente: Posgrado de Ortodoncia de la UAN

Posteriormente, el plano sagittal se colocó perpendicular al espacio interradicular entre los órganos dentarios y 5 - 6 (segundo premolar y primer molar) inferior derecho (Fig. 2).

Figura 2. Muestra el corte axial con el plano sagittal colocado perpendicular al espacio interradicular entre los órganos dentarios 5 - 6 inferior derecho. Asimismo, se muestra el corte coronal con la altura de 4 mm a partir de la cresta alveolar.



Fuente: Posgrado de Ortodoncia de la UAN

En el corte axial de este primer sector (5-6 inferior derecho) se realizaron tres mediciones, definidas de la siguiente manera:

1. Distancia interradicular (distancia mesiodistal paralela entre líneas tangentes a las superficies radiculares proximales) ver figura 3.
2. Ancho bucolingual del proceso alveolar (se ubicó el centro de la anchura interradicular entre las líneas tangentes a las superficies radiculares y se midió del punto más externo vestibular al punto más externo lingual) ver figura 4.
3. Cortical vestibular (se midió la distancia de la porción más externa de la cortical vestibular a la porción más interna de la misma cortical) ver figura 5.

Figura 3. Medición distancia interradicular

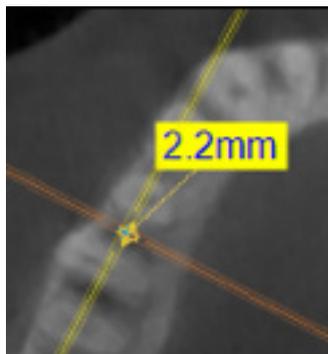


Figura 4. Ancho bucolingual proceso alveolar

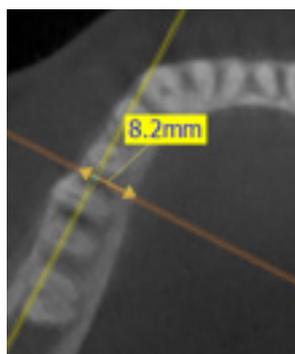
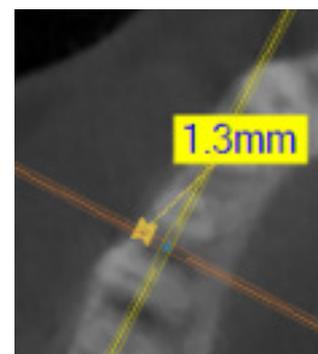


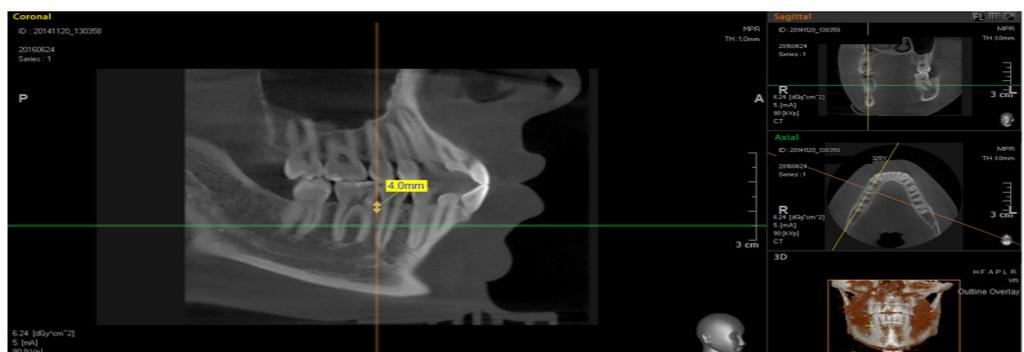
Figura 5. Cortical Vestibular



Fuente: Posgrado de Ortodoncia de la UAN

En el corte coronal, con ayuda de la regla se delimitaron las alturas a las que se realizaron las tres mediciones (distancia interradicular, ancho bucolingual y cortical vestibular) correspondientes a las alturas de 4, 6 y 8 mm (ver figura 6).

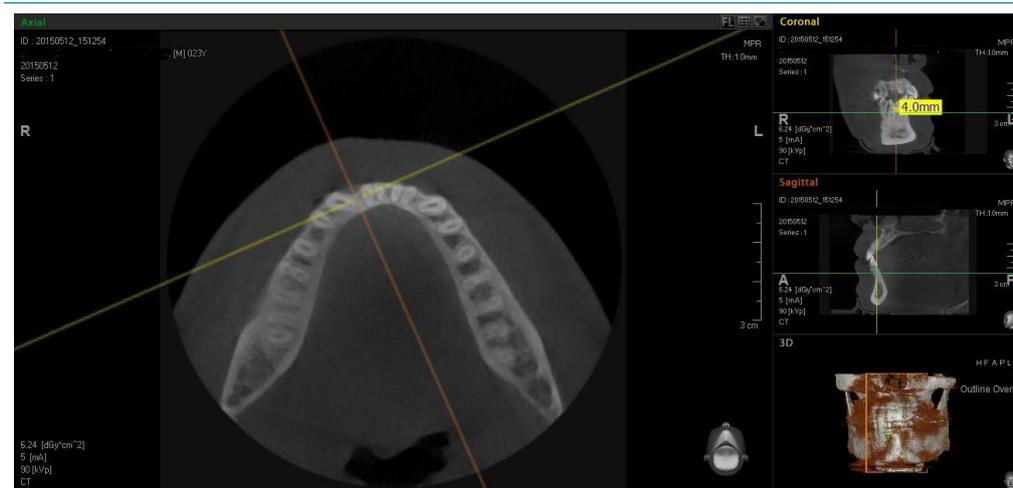
Figura 6. Muestra corte coronal con la delimitación de la primera altura a 4 mm, a la que se hicieron las tres mediciones. Posteriormente se realizaron las mediciones a las alturas de 6 y 8 mm.



Fuente: Posgrado de Ortodoncia de la UAN

Terminada la medición de este sector, se procedió a realizar la medición del segundo sector ubicado entre los órganos dentarios 3-2 (canino y lateral) inferior derecho. Se realizaron las tres mediciones (distancia interradicular, ancho bucolingual y cortical vestibular) en el área. El plano sagital fue colocado perpendicular al espacio interradicular entre los órganos dentarios 3-2 inferior derecho y se procedió a realizar las mismas mediciones a las tres alturas mencionadas anteriormente (ver figura 7).

Figura 7. Muestra el plano sagital colocado perpendicular al espacio interradicular entre los órganos dentarios 3-2 inferior derecho. Asimismo, se muestra el corte coronal con la altura de 4 mm a partir de la cresta alveolar.



Fuente: Posgrado de Ortodoncia de la UAN

Los datos se recolectaron en una hoja clínica y después se consignaron en un formato Excel en donde se guardaron; posteriormente, se trasladaron a un paquete estadístico SPSS versión 20 para su análisis. Se realizó la prueba estadística para las variables (distancia interradicular, ancho bucolingual y cortical vestibular) con estadística descriptiva. El valor de significancia para todos los test fue de $p \leq 0.05$. Se utilizó la prueba t Student para comparar las diferencias entre los dos grupos de pacientes Clase I y II esquelética.

Teniendo en cuenta las consideraciones éticas y los estándares éticos internacionales, en esta investigación, antes de ser tomada la tomografía Cone-Beam, los participantes fueron informados del procedimiento del estudio, obteniendo así el consentimiento informado de todos ellos.

Resultados

Respecto a la **distancia interradicular**, en la maloclusión de Clase I entre el segundo premolar y el primer molar inferior derecho, se encontró un promedio de 2.76 mm a la altura de 4 mm; mientras que a los 6 mm de altura la distancia aumentó a 2.9 mm y a los 8 mm de altura la distancia fue de 3.38 mm. La correlación fue positiva alta entre la altura de 4 y 6 mm (0.84) y entre los 6 a 8 mm fue positiva moderada (0.51). En la maloclusión de Clase II los valores fueron mayores por decimales a los encontrados en la maloclusión de Clase I. En la altura de 4 mm la media fue de 2.93 mm; a los 6 mm la distancia fue de 3.16

mm y a los 8 mm de altura la distancia fue de 3.42 mm. La correlación fue positiva alta tanto en los valores de 4 mm a 6 mm de altura (0.781), como en los valores de 6 mm a 8 mm (0.847). La estadística descriptiva se encuentra en la tabla 1.

Entre los órganos dentales 2-3 (lateral y canino inferior derecho) en la maloclusión de Clase I, **la distancia interradicular** a la altura de 4 mm, la media fue de 2.76 mm, a los 6 mm fue de 2.9 mm y a los 8 mm de 3.38 mm. La distancia interradicular fue incrementado conforme la altura aumentaba, por lo que la correlación entre 4 y 6 mm (0.75) como de 6 a 8 mm (0.84) fue positiva alta. En la maloclusión de Clase II los valores fueron inferiores a los encontrados en la maloclusión de Clase I. La estadística descriptiva se encuentra en la tabla 1. La correlación entre las medidas a los 4 a 6 mm (0.756) y de 6 a 8 mm (0.845) fueron positivas altas.

La distancia entre el 5-6 en la maloclusión de Clase I en la **medida buco lingual** a la altura de 4 mm se encontró un promedio de 11.21 mm, en la altura de 6 mm la distancia aumentó a 11.74 mm y a los 8 mm fue de 11.87 mm. La correlación fue positiva muy alta entre la altura de 4 y 6 mm (0.916) y entre los 6 a 8 mm fue positiva alta (0.706). Los valores en la maloclusión de Clase II fueron menores por decimales a los encontrados en la maloclusión de Clase I, en la altura de 4 mm el promedio fue de 10.99 mm, a los 6 mm de altura la media fue de 11.41 mm y a los 8 mm la distancia fue de 11.64 mm. Se encontró una correlación positiva alta entre los valores de 4 mm a 6 mm de altura (0.8598) y de los 6mm a los 8 mm de 0.7479. La estadística descriptiva se encuentra en la tabla 2.

En la **medida buco lingual**, entre el 2-3, se encontró en la maloclusión de Clase I el promedio en la altura de 4 mm fue de 8.48 mm, a los 6 mm fue de 8.23 mm y a los 8 mm de 8.28 mm. La correlación fue positiva alta tanto para los valores de las alturas de 4 mm a 6 mm (0.8933) como los de 6 mm a 8 mm (0.8625). Los valores obtenidos en la maloclusión de Clase II a la altura de 4 mm fue de 8.78 mm, a los 6 mm fue de 8.77 mm y a los 8 mm de 8.61 mm. La estadística descriptiva se encuentra en la tabla 2. La correlación entre las medidas a los 4 a 6 mm (0.8883) y de 6 a 8 mm (0.887) fueron positivas altas.

El **grosor de la cortical** presentó medias muy parecidas en las alturas de 4 mm, 6 mm y 8 mm, en ambas maloclusiones. La estadística descriptiva se encuentra en la tabla 3. En la maloclusión de Clase I las correlaciones entre la altura de 4 a 6 mm (0.604) fue positiva moderada y de 6 a 8 mm (0.73) fue positiva alta entre el incisivo lateral y el canino. Entre el segundo premolar y el primer molar la correlación fue positiva alta a la altura de 4 a 6 mm (0.844) y entre los 6 a 8 mm fue de 0.863. Sin embargo, en la maloclusión de Clase II la correlación a nivel del incisivo lateral y canino fue positiva baja a las alturas de 4 a 6 mm (0.294) y de 6 a 8 mm (0.354). Entre el segundo premolar y el primer molar a la altura de 4 a 6 mm de 0.1856 y de 6 a 8 mm fue de 0.6493.

En la medida de distancia interradicular en el sector entre 5-6, al comparar los valores de la maloclusión de Clase I con la maloclusión de Clase II no se encontraron diferencias estadísticas (tabla 4). En esta misma medida en el sector 2-3 se encontraron diferencias significativas ($p < 0.054$), a la altura de 8 mm (Tabla 4).

En la medida de ancho bucolingual en el sector entre 5-6, los resultados de la prueba t Student fueron que no hay diferencias estadísticas significativas entre las maloclusiones de Clase I y Clase II. Sin embargo en el sector entre 2-3, al comparar los valores obtenidos

en la maloclusión de Clase I con la de Clase II, no se encontraron diferencias estadísticas significativas a la altura de 4 mm y 8 mm, pero a la altura de 6 mm si se encontraron diferencias significativas entre las maloclusiones de Clase I y de Clase II ($p < .04$). (Tabla 4).

En la medida del grosor del hueso cortical no se encontraron diferencias estadísticas significativas al comparar los valores encontrados para la maloclusión de Clase I y de Clase II en ninguno de los dos sectores evaluados (Tabla 4).

Tabla 1. Estadística descriptiva distancia interradicular

		Clase I			Clase II		
		4 mm	6 mm	8 mm	4 mm	6 mm	8 mm
Distancia 5 a 6	Media	2.76	2.9	3.38	2.93	3.16	3.42
	Desviación estándar	0.91	0.93	1.46	0.88	0.94	1.11
	Máxima	5.4	5.9	10.9	4.9	5.4	5.9
	Mínima	1.3	1.2	1.6	1.3	1.3	1.4
Distancia 2 a 3	Media	2.1	2.43	2.80	2.01	2.21	2.43
	Desviación estándar	0.65	0.72	1.16	0.65	0.74	0.87
	Máxima	4.4	4.5	8.1	3.3	4.2	4
	Mínima	0.90	1.3	1.1	1	0.9	0.9

Fuente: Programa SPSS versión 20.

Tabla 2. Estadística descriptiva distancia bucolingual

		Clase I			Clase II		
		4 mm	6 mm	8 mm	4 mm	6 mm	8 mm
Distancia de 5 a 6	Media	11.21	11.74	11.87	10.99	11.41	11.64
	Desviación estándar	1.26	1.39	2.05	1.29	1.38	1.92
	Máxima	14.3	15	16	14.4	15	15.6
	Mínima	8.7	9	10.7	8.6	8.9	9
Distancia de 2 a 3	Media	8.48	8.23	8.28	8.78	8.77	8.61
	Desviación estándar	1.36	1.42	1.34	1.48	1.489	1.49
	Máxima	13.1	13	12	12.2	12.3	12
	Mínima	5.5	5.7	6.1	6	6.2	6

Fuente: Programa SPSS versión 20.

Tabla 3. Estadística descriptiva grosor del hueso cortical vestibular

		Clase I			Clase II		
		4 mm	6 mm	8 mm	4 mm	6 mm	8 mm
Distancia de 5 a 6	Media	2.091	2.093	2.28	1.85	2.02	2.18
	Desviación estándar	0.865	0.863	0.927	0.46	0.55	0.49
	Máxima	7.2	7.5	8.4	3.3	3.4	3.3
	Mínima	1.1	1.1	1.2	1	1	1
Distancia de 2 a 3	Media	1.542	1.54	1.58	1.58	1.55	1.6
	Desviación estándar	0.58	0.54	0.518	0.43	0.38	0.42
	Máxima	3.1	4.3	4	2.8	2.7	3
	Mínima	0.07	0.7	0.9	0.9	0.7	0.7

Fuente: Programa SPSS versión 20.

Tabla 4. Pruebas de t Student entre la maloclusión de Clase I y Clase II con un 95% intervalo de confianza

		4mm		6mm		8mm	
		T	P	t	p	t	P
Distancia de 5 a 6	Interradicular	-1.02	0.3	-1.49	0.13	-0.16	0.87
	Buco lingual	0.92	0.35	1.28	0.2	0.62	0.53
	Cortical	1.87	0.06	0.298	0.76	0.73	0.46
Distancia de 2 a 3	Interradicular	0.77	0.44	1.62	0.1	1.94	0.054*
	Buco lingual	-1.13	0.25	-2.01	0.04*	-1.25	0.21
	Cortical	-0.42	0.67	-0.115	0.9	-1.11	0.26

Fuente: Programa SPSS versión 20.

Discusión

El presente estudio, de carácter descriptivo y transversal, comparó tomográficamente las distancias interradiculares y el grosor del hueso cortical en dos sectores del maxilar inferior para colocación de mini implantes en pacientes Clase I y II esquelética. Se registraron diferencias significativas entre los grupos de Clase I y II en la medida de ancho bucolingual a los 6 mm, observando que las dimensiones de los pacientes Clase II aumentan en esta medida ($p < .04$, ver tabla 4).

Se deben considerar varios aspectos al colocar mini implantes, incluyendo la composición química, la forma y el tamaño, evitando dañar las raíces adyacentes, así como la presencia de hueso adecuado entre ellas (8). El espesor óseo es uno de los factores cruciales para determinar la seguridad de un posible sitio de inserción de mini implantes (9).

Los sitios de colocación en maxilar inferior tienden a ser principalmente en el lado bucal debido a dificultades de colocación, características anatómicas y consideración de los riesgos relacionados con la proximidad al canal mandibular e irritación lingual (10).

Existen diversos estudios acerca del grosor cortical en maxilar y mandíbula, pero pocos han tomado en cuenta el patrón esquelético para sus estudios, con excepción de Chaimanee *et al.*, quienes determinaron las zonas seguras para los mini implantes mediante radiografías periapicales en sujetos con patrones esqueléticos de Clase I, II y III, donde reportaron que la zona más segura para colocación de mini implantes era entre el segundo premolar y el primer molar (11). En el presente estudio se evaluó el grosor cortical entre segundo premolar y primer molar en tomografías Cone Beam, confirmando el estudio de Chaimanee *et al.*, que a mayor altura mayor grosor cortical vestibular.

Medhat *et al.* midieron en tomografías computarizadas de Cone Beam el grosor cortical a 4 y 7 mm a partir de la cresta alveolar, de acuerdo al patrón esquelético, a diferencia del presente estudio, en el cual se midió a 4, 6 y 8 mm abarcando mayor campo de estudio (12). Hossein *et al.* midieron los espacios interradiculares de canino a segundo molar en mandíbula, encontrando mayor grosor cortical a mayor altura entre el primer y segundo molar (13).

En este estudio, en la zona entre el segundo premolar y el primer molar mandibulares se determinó que las distancias interradiculares tienden a aumentar desde la cresta alveolar hasta el ápice en los pacientes Clase I y Clase II esquelética. Basado en estos resultados y teniendo en cuenta las limitaciones del estudio, se puede recomendar la colocación de mini implantes en esta zona, a una altura de 8 mm a partir de la cresta alveolar, sobre todo al realizar algún movimiento de retracción e intrusión.

En la medida del ancho bucolingual, el actual estudio reportó que el proceso alveolar bucolingual en mandíbula tiende a aumentar de las regiones anterior a posterior y de la cresta alveolar hasta el ápice en Clases I y II esqueléticas. El aumento de la anchura bucolingual puede ser anatómicamente explicado por el mayor ancho de las raíces de los dientes, desde la parte anterior a las regiones posteriores en mandíbula (14). Estos resultados confirman estudios previos como el de Khumsarn *et al.*, quienes encontraron resultados similares a los de este estudio (15).

Otra investigación afín es la de Sendyk *et al.*, quienes reportaron mayor grosor alveolar vestibular en la zona de molares, siendo un hallazgo importante, al permitir realizar mayores movimientos de expansión en esa área sin provocar defectos periodontales (16).

Hourfar *et al.* compararon la colocación de mini implantes en la región bucal interradicular y en paladar, demostrando que en la zona anterior del paladar es más exitosa la colocación de mini implantes, por lo que se sugiere ampliar este estudio e incluir la zona de paladar (17).

En las investigaciones mencionadas anteriormente no se realizaron mediciones en la zona de los incisivos inferiores. Este estudio demostró que es una zona comprometida, donde se evaluó la zona entre canino y lateral, encontrando a la altura de 6 mm diferencias estadísticamente significativas entre pacientes Clase I y II esquelética, por lo que se recomienda especial atención y cuidado en esta zona al momento de colocar mini implantes y realizar la biomecánica ortodóntica.

Debido a la insuficiencia de espesor de hueso encontrado a diferentes alturas del hueso alveolar, algunos estudios determinan la importancia de evaluar la morfología alveolar con imágenes tomográficas antes del tratamiento de ortodoncia en situaciones cuando el tratamiento requiere colocación de mini implantes, ya que provee mayor exactitud e información adicional acerca de la conformación dentoalveolar (18-24).

En conclusión, de acuerdo a los resultados obtenidos, el presente estudio demostró que es primordial considerar la clase esquelética de los pacientes al momento de seleccionar la zona para la colocación del mini implante. Se encontraron diferencias significativas en las dimensiones del ancho bucolingual entre los pacientes Clase I y Clase II a la altura de 6 mm a partir de la cresta alveolar, siendo la Clase II la que cuenta con mayor grosor en sus dimensiones. Es necesario evaluar rigurosamente las corticales de estos pacientes al colocar mini implantes con ayuda de la tomografía computarizada de Cone Beam (tomografía haz cónico). Asimismo, se observó que el espacio interradicular aumenta en los dos sectores estudiados desde la cresta alveolar hasta el ápice, encontrando a la altura de 8 mm mayor grosor óseo.

Referencias

1. Chaves Gómez A, Gragueda Núñez E, Uribe Querol E. Zonas seguras de mayor cantidad ósea para colocación de mini implantes interradiculares en cortical vestibular de maxilares superiores en pacientes periodontalmente comprometidos. *Revista Mexicana de Ortodoncia* 2015; 3(3): 148-153.
2. Fayed MM, Pazera P, Katsaros C. Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone-beam computed tomography. *Angle Orthod* 2010; 80: 939-945.
3. Monnerat C, Restle L, Mucha J. Tomographic mapping of interradicular spaces for placement of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135:428.e1–428.e9.
4. Scarfe WC, Azebedo B, Toghyani S, et al. Cone Beam Computed Tomographic imaging in orthodontics. *Australian Dental Journal* 2017; 62 (1): 33–50.
5. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. Oxford, United Kingdom. *Elsevier*, 2007.
6. D'Escriván L. *Ortodoncia en Dentición Mixta*. 2da. ed. Venezuela. AMOLCA; 2010.
7. Gómez N, Morales M. Determinación de los Índices CPO-D e IHOS en estudiantes de la Universidad Veracruzana, México. *Rev Chil Salud Pública* 2012; 16 (1): 26-31.
8. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, et al. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod* 2006; 76: 191-197.

9. Wang M, Sun Y, Yu Y, *et al.* Evaluation of Palatal Bone thickness for insertion of orthodontic Mini-Implants in adults and adolescents. *The Journal of Craniofacial Surgery* 2016; 86 (5): 826-831.
10. Uchida Y, Motoyoshi M, Namura Y, *et al.* Three- dimensional evaluation of the mandibular canal using cone-beam computed tomography for othodontic anchorage devices. *Journal of Oral Science* 2017; 59 (2): 257-262.
11. Chaimanee P, Suzuki B, Suzuki EY. Safe zones" for miniscrew implant placement in different dentoskeletal patterns. *Angle Orthod* 2011; 81: 397-403.
12. Medhat M, Ezat N, Tarek I. Three dimensional mapping of cortical bone thickness in subjects with different vertical facial dimensions. *Progress in Orthodontics* 2016; 17: 32.
13. Seyed Hossein S, Sohrabi A, Rafighi A, *et al.* Evaluation of Interdental Spaces of the Mandibular Posterior Area for Orthodontic Mini-Implants with Cone-Beam Computed Tomography. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2017; 11(4): ZC09-ZC12.
14. Pérez García LM, Garmas Castillo Y. Mini implantes, una opción para el anclaje en Ortodoncia. *Gac méd espirit* [En línea] 2015 [fecha de consulta: 11 de septiembre de 2017]; 13(3): 1-12. Disponible en: <http://revgmespirituana.sld.cu/index.php/gme/article/view/371>
15. Khumsarn N, Patanaporn V, Janhom A, *et al.* Comparison of interradicular distances and cortical bone thickness in Thai patients with Class I and Class II skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *Imaging Science in Dentistry* 2016; 46: 117-125.
16. Sendyk M, Batista de Paiva J, Abrao J, *et al.* Correlation between bucolingual tooth inclination and alveolar bone thickness in subjects with Class III dentofacial deformities. *A J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 152: 66-79.
17. Hourfar, Dirk Bister. Anatomic landmarks and availability of bone for placement of orthodontic mini-implants for normal and short maxillary body lengths. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 878-86.
18. Bronoosh P, Khojastepour L. Analysis of Pharyngeal Airway using Lateral Cephalogram vs CBCT Images: a cross sectional retrospective study. *The Open Dentistry Journal* 2015; 9 (Suppl 2: m2): 263-266.
19. Kuijpers-Jagtman A, Kuijpers M, Schools J, *et al.* The use of cone-beam computed tomography for orthodontic purposes. *Semin Orthod* 2013; 19: 196-203.
20. Farronato G, Salvatori S, Nalet F, *et al.* Assessment of Inter- and intra-operator cephalometric tracings on cone beam CT versus the latero-lateral radiograph tracing. *Progress in Orthodontics* 2014; 15:1. Doi:10.1186/2196-1042-15-1.

21. Machado L. G. CBCT Imaging- A boon to orthodontics. *The Saudi Dental Journal* 2015; 27: 12-21.
22. Makdissi J. Cone Beam CT in orthodontics: The current picture. *International Orthodontics* 2013; 11: 1-20.
23. Haibo L, Xiaoxue W, Yang L, *et al.* Safe zones for miniscrews in maxillary dentition distalization assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 500-506.
24. Johari, Masume. Relationship Between the Thickness of Cortical Bone at Maxillary Mid-palatal Area and Facial Height Using CBCT. *The Open Dentistry Journal* 2015, 9, (Suppl 2: M6) 287-291.

Evaluación de la colonización bacteriana de la interfase implante-pilar en implantes de conexión interna: estudio piloto*

Asterlis Buitrago Osuna 1
Martha Lucia Sarmiento Delgado 2
Carlos Alberto Serrano Méndez 3
Sandra Consuelo Henao Riveros 4

Evaluation of bacterial colonization of the implant-abutment interface in implants with internal connection: pilot study *

Resumen:

Introducción: la interfase implante-pilar da lugar a la formación de un espacio, cuyo tamaño varía de acuerdo a variables como las tolerancias de maquinado, los micro-movimientos, el tipo de fabricación de los aditamentos protésicos y el material de los mismos. Este espacio, en cercanía a los tejidos peri-implantares, es una oportunidad para la movilización de microorganismos de forma bidireccional, desencadenando eventualmente respuesta tisular. **Objetivo:** comparar la filtración de *Echerichia coli* (*E. coli*) en la interfase de implantes de conexión interna con pilares prefabricados y personalizados. **Materiales y métodos:** nueve implantes (Osseotite® Tapered Certain®, 3i Biomet) fueron divididos en tres grupos basados en el tipo de pilar utilizado. Grupo 1 pilares prefabricados Provide®, grupo 2 pilares personalizados Encode® Titanio, grupo 3 pilares personalizados Encode® Zirconia. Los pilares fueron conectados a los implantes y fueron ciclados según la norma ISO 14801:2007 (250.000 ciclos) en un dispositivo de carga dinámica. Fueron sumergidos en caldo infusión cerebro corazón (BHI) inoculado con *E. coli*. Se tomaron muestras y se midió la turbidez del medio. Se realizó test ANOVA para comparar el tamaño de la interfase implante-pilar. **Resultados:** se encontró que todas las muestras filtraron en diferentes proporciones. **Conclusiones:** todas las muestras mostraron filtración de *E. coli*.

Palabras clave: Carga bacteriana; implantes dentales; interfase implante-pilar; titanio; microbiología; CAD/CAM.

Abstract

Background: the implant-abutment interface leads to the formation of a space whose size varies according to different variables such as machining tolerances, micro-movements, the type of fabrication of prosthetic devices and the fabrication material. This space in close proximity to the peri-implant tissues is an opportunity for the colonization of microorganism bidirectionally, eventually triggering tissue response. **Objective:** to compare the filtration of *Echerichia coli* (*E. coli*) in the interface of implants of internal connection with prefabricated and customized abutments. **Materials and methods:** nine implants (Osseotite® Tapered Certain®, 3i Biomet) were divided into three groups based on the type of abutment used. Group 1 prefabricated abutment Provide®, Group 2 customized abutment Encode® Titanium, Group 3 customized abutment Encode® Zirconia. The implants were connected to the abutments and cycled according to ISO 14801:2007 norm (250,000 cycles) in a dynamic loading device. They were immersed in brain heart infusion (BHI) medium inoculated with *E. coli*. Samples were taken and the turbidity of the medium was measured. An ANOVA test was performed to compare the size of the implant-abutment interface. **Results:** All samples were found to be colonized in different proportions. **Conclusions:** All samples showed *E. coli* colonization.

Key words: Bacterial load; dental implants; Dental Implant-Abutment Interface; titanium; microbiology; CAD-CAM.

* Artículo original de investigación derivado del trabajo final de especialidad en periodoncia. Financiado por la División de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. Convocatoria del segundo corte del año 2014. DIB oficio 332-15- ID 28419.

1 Odontóloga. Especialista en Periodoncia. Estudiante de Maestría en Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. Línea de Investigación en Materiales Dentales. Grupo de investigación en Biomecánica. Contacto: > abuitragoo@unal.edu.co

2 Odontóloga. Especialista en Protoponcia. Magíster en Odontología. Profesor asistente. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Odontología. Departamento de Salud Oral. Línea de Investigación en Materiales Dentales. Grupo de investigación en Biomecánica. Contacto: > mlsarmientod@unal.edu.co

3 Odontólogo. Especialista en Periodoncia. Magíster en Ciencias Odontológicas. Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Odontología. Departamento de ciencias básicas. Grupo de Investigación en Periodoncia. Contacto: > caserranom@unal.edu.co

4 Bacterióloga. Magíster en Microbiología. Profesor asociado. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Medicina. Departamento de Microbiología. Grupo de Investigación en enfermedades infecciosas. Contacto: > schenaor@unal.edu.co

CITACIÓN SUGERIDA

Buitrago Osuna A, Sarmiento Delgado ML, Serrano Méndez CA, et al. Evaluación de la colonización bacteriana de la interfase implante-pilar en implantes de conexión interna: estudio piloto. *Acta Odontol Col* [en línea] 2018 [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 8(2): 41 -51. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>

Recibido	Aprobado	Publicado
26/09/2017	12/06/2018	01/07/2018



Introducción

Se ha reportado que los implantes de dos piezas generan una pérdida ósea peri-implantar aproximada de 1,5 mm durante el primer año de carga. Esto obedece a diferentes causas dentro de las cuales se encuentra: trauma quirúrgico, sobrecarga oclusal, peri-implantitis, posición y tamaño de la interfase implante-pilar, formación del ancho biológico, respuesta inmune y factores de estrés (1).

La unión entre la superficie del pilar y la plataforma del implante da lugar a la formación de la interfase implante-pilar, esta zona es susceptible a ser colonizada por bacterias que son capaces de formar reservorios en la cavidad interna del implante y que además se movilizan de manera bidireccional y pueden desencadenar activación de mecanismos inmunes tisulares, que eventualmente se traducen en pérdida ósea peri-implantar, afectando así el éxito del tratamiento (2, 3).

El tamaño y el comportamiento de la interfase son afectados por diferentes factores biomecánicos como el tipo de conexión, los micromovimientos, la precarga y el material del tornillo de fijación, el material y el tipo de fabricación del pilar protésico. La adaptación de las partes y la pérdida del ajuste pasivo puede conducir a fractura de los componentes, además, funcionalmente puede causar sobrecarga (4). Por este motivo, diferentes estudios se han enfocado en el análisis del comportamiento de la interfase, bajo condiciones estáticas (5) y dinámicas (6, 7), comparando: diferentes tipos de conexiones disponibles (3, 8, 9), filtración utilizando diversos microorganismos – bacterias y hongos– (1) o productos bacterianos como la endotoxina(10).

Los pilares protésicos disponibles son elaborados por diferentes mecanismos y en diversos materiales: pilares prefabricados en serie en titanio o zirconia; pilares calcinables o parcialmente calcinables; y pilares personalizados en titanio, alúmina o zirconia elaborados por diseño asistido por computador (CAD) y manufactura asistida por computador (CAM) (11). La zirconia es alrededor de 10 veces más dura que el titanio (12), por lo cual puede generar daños en la plataforma del implante. Stimmelmayer *et al* (12) concluyeron en su estudio que el desgaste en la plataforma de implantes conectados a pilares de zirconia fue mayor en comparación con aquellos conectados a pilares de titanio. Yeliz Cavusoglu *et al* (13) compararon las interfaces de implantes (bone-level Regular Crossfit Straumann) conectados a pilares elaborados en titanio y zirconia, utilizando microscopía electrónica de barrido luego de ser sometidos a carga dinámica. Encontraron que la interfase titanio-titanio presentó pequeñas áreas de desgaste y deformación mínima, en contraste con la interfase titanio-zirconia, donde se observó una superficie dramáticamente afectada (13, 14).

Hamilton *et al* (15) compararon el ajuste de componentes verticales y horizontales en pilares prefabricados versus realizados con manufactura CAD/CAM, encontrando que los pilares prefabricados SynOcta (Straumann Standard Plus®) y Nobel Esthetic presentaron un tamaño de la interfase menor con respecto a los pilares personalizados Nobel Procera CAD/CAM titanio, con un valor $p = 0,002$ y $p = 0,059$ respectivamente. Este estudio concluye que se puede encontrar espacios mayores entre los componentes internos de los pilares elaborados mediante CAD/CAM, en comparación con los prefabricados. Se pueden encontrar diferencias en los diseños de la conexión y esto puede afectar

el ajuste de los componentes internos con los pilares, estas diferencias generadas en el ajuste traen consecuencias en la estabilidad, a nivel técnico y biológico.

El comportamiento biomecánico de la interfase y el material de los componentes juegan un papel importante en la capacidad de bloquear el paso de microorganismos. Autores como Jansen *et al.* (8) evaluaron en 1997 la microfiltración en conexiones externas e internas (Astra, Bego, Degussa, Friatec, Mathys, Nobel Biocare, Straumann, and S. & W. Dental-Med) encontrando que todas presentaron presencia de *E. coli* en su porción interna, concluyendo así que ninguna fue 100% eficaz bloqueando la filtración. Al igual que Smith *et al.* (16) evaluaron la filtración de *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis* y *Fusobacterium nucleatum* en la interfase de implantes NoberBiocare de conexión interna hexagonal, conectados con pilares en titanio y zirconia. Pudieron concluir que existe variación en la filtración de microorganismos de acuerdo al tipo de pilar utilizado y el material del mismo.

Dado el incremento acelerado en el uso de pilares personalizados realizados mediante técnicas de CAD/CAM, el objetivo de este estudio fue evaluar la filtración de bacterias en la interfase implante-pilar de implantes con conexión interna sometidos a carga dinámica, con pilares prefabricados y personalizados en titanio y zirconia. La hipótesis nula fue que la filtración de microorganismos es igual para todos los pilares.

Materiales y métodos

Tipo de estudio: experimental *in vitro*.

Este trabajo fue revisado y aprobado por el comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia CIE 312-14.

Se utilizaron como muestra 9 implantes de titanio de conexión interna hexagonal (titanio grado IV, 4 x 11.5 mm, Osseotite® Tapered Certain®, 3i Biomet). Los pilares prefabricados en titanio Provide® tenían dimensiones de altura 5,5 mm y de diámetro 4.8 mm. Los pilares personalizados Zirkonzahn® (Milling unit M5) elaborados en titanio y zirconia mediante técnica CAD/CAM se realizaron tomando como referencia los pilares Provide®. El complejo implante-pilar fue ensamblado con un torque de 20N cm, se sometió a carga dinámica en un dispositivo estandarizado según la norma ISO/FDIS 14801:2007(17), previo a la evaluación microbiológica, similar a lo expuesto por Alves en 2016 (18).

Grupos de estudio

Los grupos de estudio se dividieron de la siguiente forma: grupo 1 pilares prefabricados en titanio Provide®, grupo 2 pilar personalizado en titanio CAD-CAM Encode® y grupo 3 pilar personalizado en zirconia CAD-CAM Encode®.

Figura 1. Dispositivo de carga cíclica.



Fuente: elaboración propia.

Evaluación del tamaño de la interfase implante-pilar

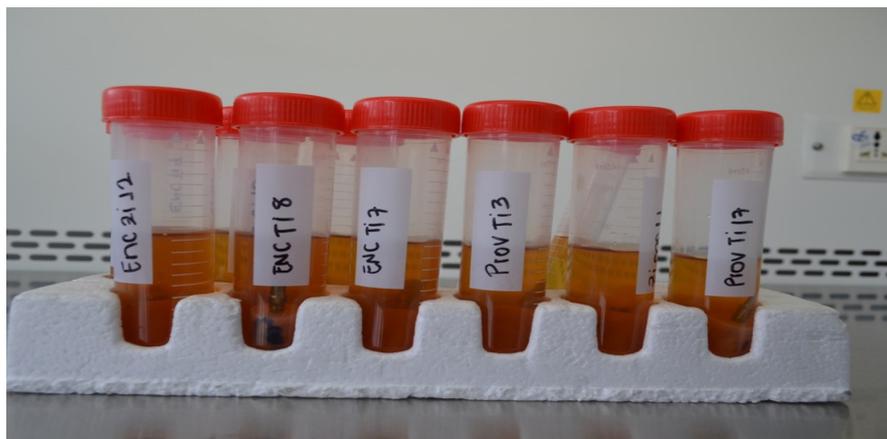
Se tomaron tres fotografías de cada complejo implante-pilar utilizando microscopía electrónica de barrido (MEB, Microscopio FEI Quanta 200-r) con magnificaciones 50x, 500x y 3000x. Esta última fue utilizada para realizar la medición de la interfase con el software analizador de imágenes Image J del National Institutes of Health, tomando 8 mediciones sobre la microfotografía y posteriormente se obtuvo el promedio (19).

Condiciones de cultivo bacteriano

Se realizó el crecimiento de *Escherichia coli* ATCC 35218 en agar nutritivo por 24 horas, en incubadora a 37°C. Posteriormente se sembró en caldo infusión cerebro corazón (Brain heart infusión BHI) Oxoid a una escala de Macfarland 0.5 (1x10⁸ unidades formadoras de colonias).

Utilizando una cámara de flujo laminar, se selló la chimenea de cada pilar con Systemp. onlay Ivoclar Vivadent®. Cada complejo implante-pilar fue sumergido en un tubo con 25 ml de caldo BHI contaminado con *E. coli* y se introdujeron en incubadora por 24 horas a 37°C. Control positivo: un análogo estéril sumergido en un medio contaminado. Control negativo: medio BHI sin contaminar se puso a incubar.

Figura 2. Complejo implante-pilar sumergido en caldo BHI inoculado con *E. coli*.



Fuente: fotografía original

Toma de la muestra

Se utilizó un microbrush estéril para la toma de la muestra en la plataforma del implante una vez desensamblados los pilares y se introdujo en un tubo con 1 ml de medio BHI estéril. El tornillo de fijación se introdujo en un tubo de ensayo con medio BHI estéril. Se incubaron por 24 horas más.

Evaluación de la filtración

Se observó la presencia de filtración por la turbidez en el medio y fue evaluada mediante espectrofotometría (espectrofotómetro Génesis 20), registrando el valor de la absorbancia.

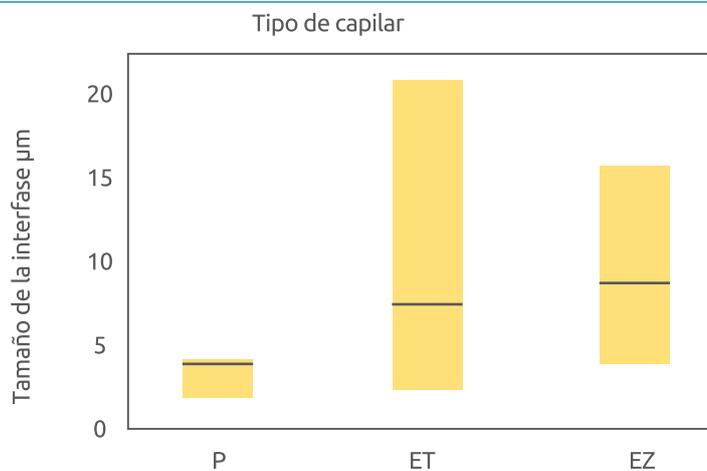
Resultados

Se observaron variaciones en el tamaño de la interfase implante-pilar entre los grupos de estudio. Los implantes ensamblados con pilares prefabricados elaborados en titanio presentaron los valores más bajos.

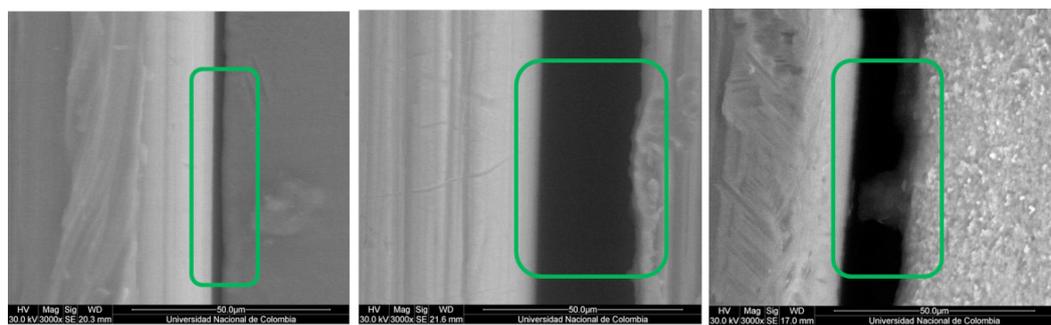
El promedio del tamaño del *microgap* en el grupo 1 fue de 3,68 μm , en el grupo 2 10,42 μm y en el grupo 3 9,70 μm . Estos valores muestran que el grupo que demostró mejor acople entre las partes fue el ensamblaje con pilar prefabricado en titanio.

El gráfico 1 ilustra la variabilidad intra e intergrupala, además, revela que el grupo Encode titanio presentó mayor variabilidad intra-grupo y el grupo Provide titanio mostró menor variabilidad. La variabilidad intergrupala es menor, encontrando que para todos los grupos el tamaño de la interfase se encontró en el mismo rango.

Gráfico 1. Gráfico de caja y bigotes. Se observa la comparación entre tipo de pilar con el tamaño de la interfase medida en μm . P pilares Provide, ET pilares Encode Titanio, EZ pilares Encode Zirconia



Fuente: elaboración propia



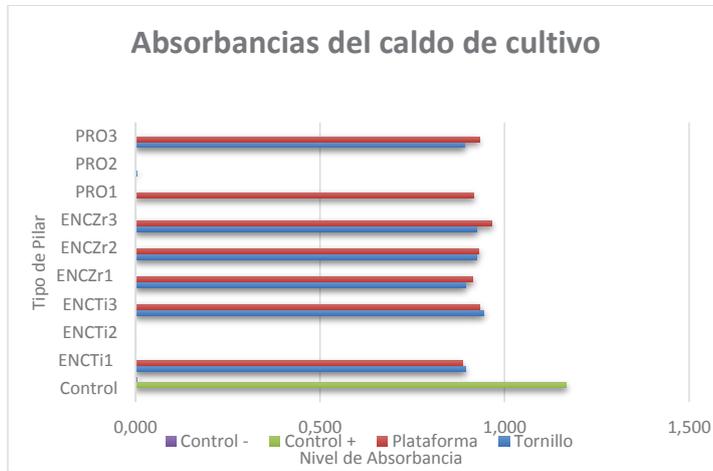
Fuente: elaboración propia

Se realizó el test ANOVA para comparar el tamaño de la interfase implante-pilar, donde se encontró el valor $p = 0,000$, señalando que la medida de la interfase implante pilar es diferente para todos los grupos.

Datos de absorbancia

La muestra del implante ENC Ti 8 no pudo ser tomada, debido a que no fue posible desatornillar el pilar. La muestra del tornillo de fijación del implante Pro Ti 17 fue eliminada porque el tornillo de fijación se contaminó. El gráfico 2 muestra que los valores de absorbancia fueron, en términos generales, menores en el tornillo de fijación que en la plataforma del implante, además, muestra que los valores de absorbancia son muy similares entre los grupos. El control positivo mostró el valor más alto de absorbancia y en el control negativo fue nula.

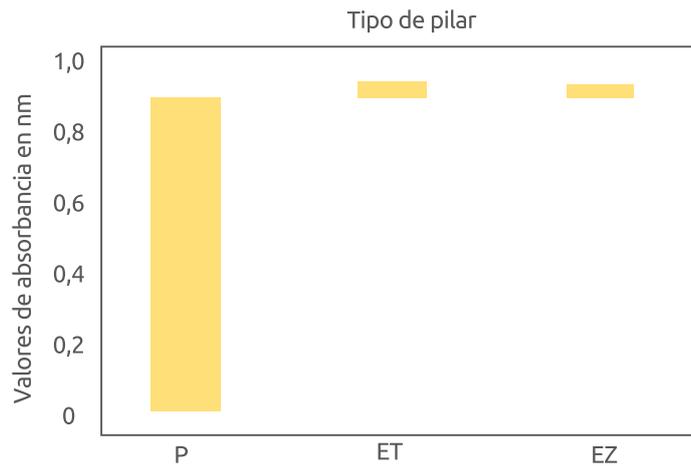
Gráfico 2. El gráfico ilustra los diferentes valores de absorbancia en las muestras de plataforma del implante y tornillo de fijación, en contraste con los grupos de estudio, y los controles positivo y negativo. Nótese que en promedio los valores son muy similares.



Fuente: elaboración propia

El gráfico 3 ilustra la variabilidad intragrupal, observándose que el grupo Provide presentó mayor variabilidad, mientras que Encode Titania y Encode zirconia se mostraron muy similares. Se realizó el test ANOVA para los valores de absorbancia. Se encontró un valor p 0,41. Como $p > 0,05$, la hipótesis nula se acepta. Por lo tanto, no hay diferencia estadísticamente significativa en los valores de absorbancia.

Gráfico 3. Gráfico de caja y bigotes. Se observa la comparación entre grupo de estudio y valores obtenidos de absorbancia en nanómetros. P pilares Provide ETi pilares Encode Titania EZi pilares Encode Zirconia.



Fuente: elaboración propia

Discusión y conclusiones

En este estudio se realizó la evaluación del tamaño de la interfase implante-pilar y la filtración de *E. coli* en implantes de conexión interna hexagonal, ensamblados con pilares prefabricados y personalizados mediante técnica CAD/CAM en titanio y zirconia, desde fuera hacia adentro del implante al ser sometidos a carga dinámica *in vitro*. Los resultados muestran que el tamaño de la interfase implante-pilar presentó variación a nivel intergrupar e intragrupal (gráfico 2). La variación intragrupal fue mayor para los implantes ensamblados con pilares personalizados en titanio, esto puede deberse a un resultado atípico producto de aflojamiento del tornillo de fijación. Los implantes ensamblados a pilares prefabricados mostraron los mejores resultados por sus bajos valores de tamaño de interfase y la baja variabilidad de los datos a nivel intragrupo.

En este estudio se encontró que el tamaño de la interfase varía entre 2,3 μm y 20,9 μm . Estos valores pueden ser comparados con los hallazgos de Hamilton *et al* (15), quienes evaluaron la adaptación a nivel de la interfase implante-pilar comparando pilares personalizados y prefabricados, para lo cual utilizaron MEB, encontrando que con pilares CAD/CAM el tamaño de la interfase fue de 48,7 $\mu\text{m} \pm 6,0$, y con pilares prefabricados 4 $\mu\text{m} \pm 1,2$. Smith *et al* (16) evaluaron mediante estereomicroscopio el tamaño de la interfase implante-pilar utilizando pilares elaborados en titanio y zirconia; hallaron que el tamaño de la interfase con pilares en zirconia fue de 7,4 μm a 26,7 μm , mientras que, en aquellos ensamblados a pilares en titanio, oscilaba entre 2 μm a 6,6 μm . Se puede observar que los tamaños de interfase encontrados son similares con estos estudios.

La bacteria *E.coli* fue empleada porque este microorganismo permite realizar los ensayos en medio aerobio y sus condiciones de crecimiento no son exigentes. Además, este microorganismo ha sido utilizado satisfactoriamente en diversos estudios similares(6, 7).

Los resultados de microfiltración son similares a lo encontrado por Jansen *et al* (8), quienes evaluaron la filtración *E. coli* en implantes con conexión externa hexagonal, conexión interna hexagonal, cónica y trilobulada, donde pudieron concluir que ningún sistema de implantes fue eficaz evitando el paso de microorganismos. Smith *et al* (16) evaluaron la filtración en implantes NobelBiocare® de conexión interna hexagonal con pilares en titanio y zirconia, encontrando que todos presentaron filtración de microorganismos.

En el presente estudio se encontró presencia de filtración de *E.coli* en todos los complejos implante-pilar tanto a nivel de la plataforma del implante, como del tornillo de fijación, registrando diferentes niveles de absorbancia y mostrando que todos los grupos presentaron filtración (20, 21). Este hecho puede relacionarse con lo encontrado respecto al tamaño de la interfase, teniendo en cuenta que *E. coli* es un bacilo gramnegativo, anaerobio facultativo, con un tamaño promedio de 1,1-1,5 μm de diámetro y 2-6 μm de largo (22), lo que le permite colonizar micro-espacios como la interfase implante pilar.

De modo que podemos concluir que el tamaño de la interfase implante-pilar fue diferente en los tres grupos de estudio, siendo el menor para el grupo Provide con 3,68 μm y el mayor para el grupo Encode titanio con 10,42 μm . La filtración de *E. coli* no presentó diferencias significativas entre los grupos.

Dentro de las limitaciones de este estudio se encuentra que la realización del ensayo de carga dinámica en un espacio y tiempo diferente al ensayo de micro-filtración, dado que el dispositivo no se encontraba diseñado para generar estas condiciones. Por otro lado, el tamaño de la muestra utilizado fue el mínimo requerido y la metodología para la evaluación de la microfiltración fue semicuantitativa.

Por lo tanto, se sugiere aumentar el tamaño de la muestra, mejorar las condiciones de carga dinámica adaptándolo a un medio húmedo o con las condiciones para crecimiento bacteriano, utilizar una metodología para el conteo de bacterias de tipo cuantitativo que permita la obtención de datos más precisos. Además, se sugiere evaluar la conexión interna cónica.

Referencias

1. Assenza B, Tripodi D, Scarano A, *et al.* Bacterial Leakage in Implants With Different Implant – Abutment Connections : An In Vitro Study. *J Periodontol* 2012; 83(4): 491–497.
2. Cristina D, Alves C, Sérgio P, *et al.* In Vitro Microbiological Analysis of Bacterial Seal at the Implant- Abutment Interface Using Two Morse Taper Implant Models. *Braz Dent J* 2014; 25(1): 48–53.
3. Piattelli A, Scarano A, Paolantonio M, *et al.* Fluids and Microbial Penetration in the internal part of cement-retained versus screw retained implant-abutment connections. *J periodontology* 2001; 72(9): 1146–1150.
4. Narang P, Arora A, Bhandari A. Biomechanics of implant abutment connection : A review. *Indian J Stomatology* 2011; 2(2): 113–116.
5. Tesmer M, Wallet S, Koutouzis T, *et al.* Bacterial Colonization of the Dental Implant Fixture–Abutment Interface: An In Vitro Study. *J Periodontol* [en línea] 2009 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2015]; 80(12): 1991–1997. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1902/jop.2009.090178>
6. Koutouzis T, Wallet S, Calderon N, *et al.* Bacterial Colonization of the Implant–Abutment Interface Using an In Vitro Dynamic Loading Model. *J Periodontol* [en línea] 2010 [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2014]; 82(4): 613–618. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1902/jop.2010.100415>
7. Koutouzis T, Mesia R, Calderon N, *et al.* The Effect of Dynamic Loading on Bacterial Colonization of the Dental Implant Fixture–Abutment Interface: An In Vitro Study. *J Oral Implantol* [en línea] 2014 [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2014]; 40(4): 432–437. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1563/AAID-JOID-11-00207>

8. Jansen VK, Conrads G, Richter E-J. Microbial Leakage and Marginal Fit of the Implant-Abutment Interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* [en línea] 1997 [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2014]; 12(4): 1. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9274082>
9. Baggi L, Di Girolamo M, Mirisola C, et al. Microbiological evaluation of bacterial and mycotic seal in implant systems with different implant-abutment interfaces and closing torque values. *Implant Dent* [en línea] 2013 [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2014]; 22(4): 344–350. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23782848>
10. Harder S, Dimaczek B, Açil Y, et al. Molecular leakage at implant-abutment connection — in vitro investigation of tightness of internal conical implant-abutment connections against endotoxin penetration. *Clin Oral Investig* 2010; 14: 427–432.
11. Kapos T, Ashy MLM, Gallucci DGO, Dent M. Computer-Aided Design and Computer-Assisted Manufacturing in Prosthetic Implant Dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2009; 24(Suppl):110-117).
12. Stimmelmayer M, Edelhoff D, Güth J-F, et al. Wear at the titanium-titanium and the titanium-zirconia implant-abutment interface: a comparative in vitro study. *Dent Mater* [en línea] 2012 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2014]; 28(12): 1215–1220. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23021964>
13. Cavusoglu Y, Akça K, Gürbüz R, et al. A pilot study of joint stability at the zirconium or titanium abutment/titanium implant interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* [en línea] 2014 [fecha de consulta: 25 de agosto de 2014]; 29(2): 338–343. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24683559>
14. Sarmiento Delgado ML. Evaluación de la Estabilidad de la Interfase Implante - Pilar en Pilares de Titanio y Zirconia. *Repositorio Universidad Nacional de Colombia*. 2014.
15. Hamilton A, Judge RB, Palamara JE, et al. Evaluation of the fit of CAD/CAM abutments. *Int J Prosthodont* [en línea] 2013 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2014]; 26(4): 370–380. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23837169>
16. Smith NA, Turkyilmaz I. Evaluation of the sealing capability of implants to titanium and zirconia abutments against Porphyromonas gingivalis, Prevotella intermedia, and Fusobacterium nucleatum under different screw torque values. *J Prosthet Dent* [en línea] 2014 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2018]; 112(3): 561–567. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391314000341>
17. International Standard Organization. ISO 14801. Dentistry-Implants Dynamic fatigue test for endosseous dental implants. *Switzerland*. 2007.

18. Alves DCC, de Carvalho PSP, Elias CN, *et al.* In vitro analysis of the microbiological sealing of tapered implants after mechanical cycling. *Clin Oral Investig* [en línea] 2016 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2014]; 20(9): 2437–2445. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-016-1744-0>
19. Kano SC. A classification system to measure the implant-abutment microgap. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2007; 22(6): 879–886.
20. Sato S, Pedrazzi V, Teixeira W, *et al.* Microleakage into and from Two-stage implants: An In Vitro Comparative Study. *Int J oral Maxillofac Implant* 2011; 26(1): 56–62.
21. de Oliveira GR, Olate S, Pozzer L, *et al.* Bacterial contamination along implant-abutment interface in external and internal-hex dental implants. *Int J Clin Exp Med* [en línea] 2014 [fecha de consulta: 11 de agosto de 2014]; 7(3): 580–585. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3992396&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
22. Silva-Neto JP da, Prudente MS, Prado A, *et al.* Micro-leakage at the implant-abutment interface with different tightening torques in vitro. *J Appl oral Sci* 2012; 20(5): 581–587.

Estudio de queiloscopía con el método de Renaud en estudiantes de odontología de Tepic, Nayarit, México, durante el ciclo escolar 2016-2017*

Marcela Rodríguez-Rucoba 1

Cheysy Anahí Álvarez-Puentes 2

Tania Villa-Jara 3

Jaime Fabián Gutiérrez-Rojo 4

Martha Patricia Guerrero-Castellón 5

Study of cheiloscopy with the Renaud method in dentistry students of Tepic, Nayarit, Mexico, during the 2016-2017 school year*

RESUMEN

Introducción: la queiloscopía es una técnica de individualización estomatológica forense que clasifica las huellas labiales coadyuvando en la identidad de un sujeto tanto en el ámbito civil como en el penal. Una de las clasificaciones queiloscópias más utilizadas es la de Renaud, la cual clasifica a las huellas labiales en 10 tipos. **Objetivo:** en Nayarit, no se cuenta con estudios de individualización estomatológica, por esto el objetivo del estudio fue identificar el tipo de huellas labiales que prevalecen en estudiantes de odontología. **Materiales y métodos:** se realizó un estudio transversal de tipo descriptivo en una muestra de 110 estudiantes entre 18 y 24 años de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. Se tomaron fotografías de los labios a una distancia de 5 cm con cámara fotográfica Samsung, dv150f, 16mp., los cuales fueron evaluados visualmente con el método de queiloscopía de Renaud. Se aplicó estadística descriptiva. **Resultados:** los surcos encontrados con mayor prevalencia fueron tipo G, seguidos del tipo C y con menor frecuencia el tipo J. **Conclusiones:** la huella labial es única en cada persona, siendo el tipo C el segundo lugar en prevalencia, resultado que presenta similitud con poblaciones del continente americano. Se recomienda realizar más estudios en diferentes grupos de poblaciones mexicanas.

Palabras clave: Odontología Forense; Identificación Humana; Antropología Forense.

ABSTRACT

Background: the cheiloscopy is a technique of forensic stomatological individualization that classifies the labial traces contributing to the identity of a subject in both the civil and criminal areas. One of the most commonly used cheiloscopy classifications is Renaud's, which classifies lip prints into 10 types. **Objective:** in Nayarit, there are no studies of stomatologic individualization, so the objective of this study was to identify the type of lip prints that prevail in dental students. **Materials and methods:** a descriptive cross-sectional study was carried out in a sample of 110 students between 18 and 24 years of age of the Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit, Mexico. Photographs were taken of the lips at a distance of 5 cm with Samsung camera dv150f, 16 mp and evaluated visually with the method of cheiloscopy by Renaud. Descriptive statistics were applied. **Results:** the grooves found with the highest prevalence were type G followed by type C and with less frequency type J. **Conclusions:** the labial trace is unique in each person, being the C type the second in prevalence, result that presents / displays similarity with populations of the American continent. It is recommended to do more studies in different groups of the mexican population.

Key words: Forensic Dentistry; Identification; Forensic Anthropology.

* Artículo de investigación realizado con estudiantes de primero a quinto año de la licenciatura en Cirujano Dentista de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit..

1 Estudiante de la licenciatura en Cirujano Dentista de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit. Contacto: > marcela_rr931@hotmail.com

2 Estudiante de la licenciatura en Cirujano Dentista de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit. Contacto: > cheysy_anahi@hotmail.com

3 Estudiante de la licenciatura en Cirujano Dentista de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit. Contacto: > ainat_vlljr@hotmail.com

4 Licenciado en Odontología. Magíster en Salud Pública. Docente del programa de Cirujano Dentista y de la Especialidad en Ortodoncia de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit. Contacto: > jaime.gutierrez@uan.edu.mx

5 Licenciado en Cirujano Dentista. Magíster en Salud Pública. Docente del programa de Cirujano Dentista y de la Especialidad en Ortodoncia de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit. Contacto: > gro.patty@hotmail.com

CITACIÓN SUGERIDA

Rodríguez-Rucoba M, Álvarez-Puentes CA, Villa-Jara T, et al. Estudio de queiloscopía con el método de Renaud en estudiantes de odontología de Tepic, Nayarit, México, durante el ciclo escolar 2016-2017. *Acta Odontol Col* [en línea] 2018 [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 8(2): 52-58. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>

Recibido	Aprobado	Publicado
22/08/2017	21/06/2018	01/07/2018

Introducción

Una de las funciones del perito estomatólogo forense es establecer la identidad de un sujeto (1). Los métodos para la identificación forense se pueden dividir en tres: el análisis del ADN, cotejo dactiloscópico y el cotejo odontoscópico. El cotejo odontoscópico es importante en el ámbito civil, tanto como en el ámbito jurídico ya que en este proceso de identificación, en el cual se recogen y agrupan en forma ordenada los diferentes caracteres de una persona, tiene como fin establecer su identidad determinada por los rasgos o conjuntos de cualidades odontológicas que la distinguen (2, 3).

La odontología forense ayuda a resolver problemas jurídicos aplicando conocimientos de la ciencia odontológica (4). Dentro de la odontología forense podemos encontrar distintos métodos de *cotejo odontoscópico* entre los cuales están la rugoscopia, queiloscopía, registros dentales, oclusografía y oclusoradiografía (1).

La queiloscopía es el estudio de los labios, el término se deriva del griego *cheilos* (labios) y *skopein* (examinar) y es utilizado en la medicina forense y criminalística debido a que las huellas labiales son las estructuras conformadas por tejidos blandos que se pueden copiar de manera sencilla a otra superficie. Esto puede usarse como sustento en investigaciones y comprobar que las características que presentan los labios humanos son particulares, individuales, únicas en cada persona, lo cual coadyuva a la identificación (5, 6, 7, 8, 9).

La queiloscopía no solamente estudia las huellas labiales, también estudia el grosor de los labios así como la disposición de las comisuras labiales. Este es un excelente método de identificación, puesto que las características labiales son únicas en cada individuo, al igual que las huellas digitales ya que no se encuentran dos huellas queiloscópias iguales en dos personas, a menos que sean gemelos homocigóticos; otra característica es su perdurabilidad durante el transcurso de la vida, ya que desde la formación intrauterina los surcos permanecen invariables en forma y localización y además cuentan con un alto nivel regenerativo a traumatismos (2, 9).

Desde principios del siglo XX se inicia el estudio de la queiloscopía, sin embargo, fue hasta 1972 que Renaud, en Francia, confirmó que no hay dos huellas labiales iguales. Dividió los labios en dos partes, derecha e izquierda, empleando las letras D e I mayúsculas para designar los lados en el labio superior (D=derecho, I=izquierdo) y las letras minúsculas para el labio inferior. Realizó una clasificación donde dividió los surcos de las superficies mucosas en 10 tipos, tal como se muestra en la tabla 1 y la figura 1 (10, 11, 12).

Este procedimiento de identificación presenta algunas limitaciones, como alteración de la forma de las huellas si se aplica fuerte presión durante la toma y si existe alguna condición patológica en los labios. Las impresiones labiales pueden cambiar en los cadáveres (13).

Vucetich menciona que deben coincidir 12 o más puntos en la comparación de huellas dactilares para afirmar como positiva la identificación. Para la queiloscopía con 8 puntos coincidentes es más que suficiente para establecer la identidad (14). Existen nuevos métodos para obtener la huella labial, uno de ellos es la fotografía digital, en la cual se ha encontrado que existe una alta correlación entre realizar el estudio queiloscópi con

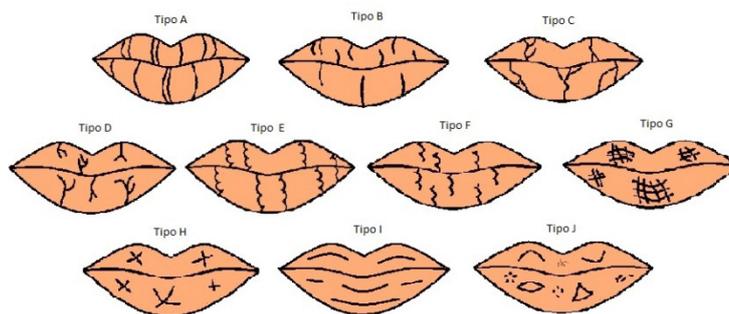
huellas o con fotografías digitales (4, 14, 15). El objetivo del estudio fue determinar los patrones queiloscópicos más frecuentes en la población de estudio utilizando el método de Renaud.

Tabla 1. Clasificación de Renaud

Tipo	Surco labial
1	Tipo A
2	Tipo B
3	Tipo C
4	Tipo D
5	Tipo E
6	Tipo F
7	Tipo G
8	Tipo H
9	Tipo I
10	Tipo J

Fuente: Chalapud D, Mosquera M, Pulgarín M, *et al.* Análisis queiloscópicos en estudiantes de odontología de la ciudad de Cali. *Rev Estomat* 2011; 19 (1): 14-19

Figura 1. Clasificación de Renaud



Fuente: dibujo elaborado con base en la imagen que aparece en Barragán T. Estudio de la heredabilidad en la Queiloscopia. *Revista de la Escuela de Medicina Legal* 2011; 32-44

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, observacional y transversal. El universo de estudio fue de 500 estudiantes de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit. Se calculó el tamaño de muestra con un nivel de confianza de 99%, un error del 5% y una proporción del 5%, resultando la muestra de estudio de 110 estudiantes.

Los criterios de inclusión fueron: ser originarios del estado de Nayarit, México; ser estudiantes de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit y con edad entre 18 y 24 años. Los criterios de exclusión fueron labios pintados o con alguna patología.

Se pidió la autorización para realizar el estudio en la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit y cada estudiante participante autorizó su participación a través del consentimiento informado. El estudio es considerado sin riesgo, por sus características de no interventivo.

La edad y ciudad de origen de los participantes se registraron en la hoja de recolección de datos las iniciales. Se tomó una fotografía a cada uno enfocando los labios a una distancia de 5 cm. Se utilizó una cámara fotográfica Samsung modelo Dv150f con 16 Mp. Posteriormente, se evaluó visualmente cada fotografía con el método de quelioscopia de Renaud, se registraron los datos y se realizó la estadística en el programa Microsoft Excel, aplicando estadística descriptiva que responde a la problemática planteada.

Resultados

Los surcos encontrados con mayor frecuencia fueron: tipo G (forma reticulada) con el 21.26%, seguido por el tipo C (forma bifurcada) con el 20.93% y los surcos de tipo D (bifurcación incompleta) en un 13.54%.

Los surcos encontrados con menor frecuencia fueron: el tipo A (vertical completo) con el 11.54% y el tipo E (rama de árbol completo) con el 11.46%. Los surcos tipo F (forma de rama de árbol incompleto) se encontraron en el 7.89%, el tipo B (vertical incompleto) con el 7.64%, los surcos tipo H (signo de X o +) en un 3.82%, los surcos tipo I (forma horizontal) en el 1.5% y los surcos tipo J (otra forma) solamente en el 0.42% (Tabla 2).

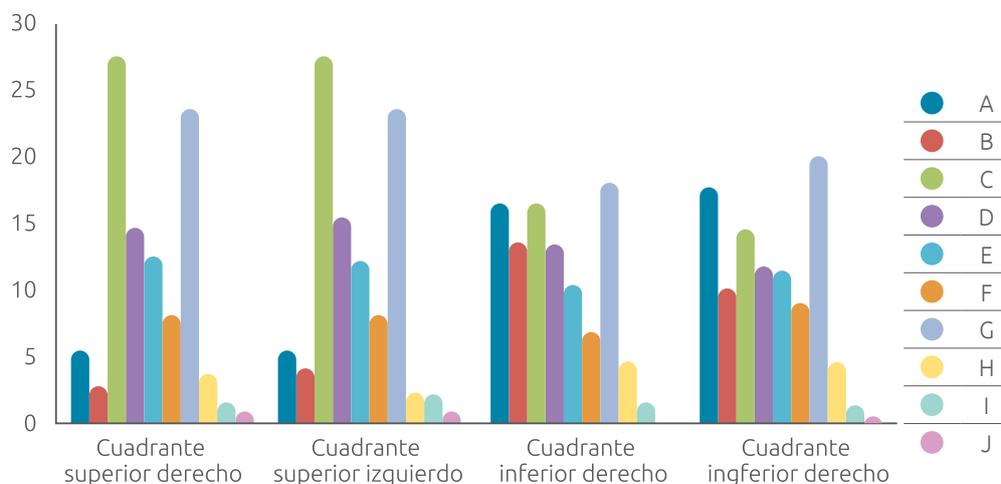
Tabla 2. Prevalencia de los tipos de surcos labiales en estudiantes de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Clasificación	Cuadrante superior derecho	Cuadrante superior izquierdo	Cuadrante inferior izquierdo	Cuadrante inferior derecho	Total
A	5.40	5.24	16.51	17.62	11.58
B	2.54	3.84	13.14	9.93	7.66
C	27.63	27.27	16.20	14.42	21.00
D	14.54	15.38	13.14	11.53	13.58
E	12.36	11.88	10.39	11.53	11.50
F	8.00	8.04	6.72	8.97	7.91
G	23.63	23.42	18.04	19.87	21.00
H	3.60	2.09	4.58	4.48	3.75
I	1.45	2.09	1.22	1.28	1.50
J	0.72	0.69	0	0.32	0.41

Fuente: elaboración propia

Al dividir el labio en cuadrantes, se encontró que en los cuadrantes superiores la prevalencia fue mayor en el tipo C, seguido del tipo G y del tipo D. El tipo de surco que se presentó con menor prevalencia en ambos cuadrantes fue el de tipo J (Tabla 2, Gráfica 1).

Gráfica 1. Tipos labiales por cuadrante en estudiantes de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit.



Fuente: elaboración propia

En los cuadrantes del labio inferior, el tipo de surco labial que presentó mayor prevalencia fue el Tipo G seguido del tipo A, en ambos cuadrantes. Los tipos de surco labial que se encontraron con menor frecuencia fueron los tipos I y J en ambos cuadrantes (Tabla 2, Gráfica 1).

Discusión y conclusiones

Las marcas labiales, al igual que la huella dactilar, son únicas en cada individuo (15). El análisis de las huellas labiales no consiste en un solo tipo de surco labial, es una mezcla de varios tipos donde predomina alguno de ellos (16).

Los surcos labiales encontrados con mayor porcentaje fueron los de tipo G (forma reticulada), el tipo C (bifurcadas completa) y el de tipo D (bifurcadas incompleta). Los hallados en menor porcentaje fueron los de tipo I (horizontales) y los de tipo J (diversas formas). Estos resultados difieren de lo hallado por Obik *et al.* en Nigeria, quienes reportan al surco labial de tipo J con un 40.5% seguido del tipo A (verticales completas) con el 30.7% (17); asimismo, difieren de otro estudio registrado en Egipto, en una investigación efectuada por Regab *et al.*, donde el tipo de surco labial con mayor prevalencia fue el de tipo A y el de menor prevalencia fue el de tipo I. Finalmente, difiere de otro estudio realizado en estudiantes de Perú por Espinoza donde se obtuvo el tipo B con 37.5% como el más prevalente, seguido el tipo A con el 25.2% (18, 19).

En este estudio, el tipo labial J se encontró con menor frecuencia y el de tipo A fue el cuarto en prevalencia y el tipo de surco tipo I fue el penúltimo en esta población. En cuanto al labio superior y al labio inferior por cuadrantes, un estudio en estudiantes de odontología en Ecuador en 2016, reportó el tipo C (líneas bifurcadas completas) como de mayor prevalencia, siendo el 35% en el labio superior y 33% en el labio inferior, coincidiendo con nuestro estudio (8).

En el estudio realizado por Chalapud *et al.* en estudiantes de odontología de la ciudad de Cali, Colombia, encontraron que el patrón más frecuente según la clasificación de Renaud fue el A y C (5). En investigaciones realizadas en África el surco labial tipo A y en América el tipo C fue de los que se presentaron con mayor prevalencia (5, 17, 18). En esta investigación realizada en Nayarit, México, el tipo C no fue el más prevalente pero sí ocupó el segundo lugar. Una de las limitaciones del estudio es no tener datos referentes a los tipos de surcos por género.

Para concluir, se encontró que la huella labial es única de cada persona, siendo la más prevalente en los dos cuadrantes inferiores, así como de manera general, la de forma reticulada (tipo G), no encontrando en la búsqueda bibliográfica investigaciones donde se reporte que este tipo de surco labial sea el de mayor prevalencia. El tipo C ocupa el segundo lugar en prevalencia, esto lo coloca con similitud con otras poblaciones del continente americano.

Se recomienda realizar más estudios de queiloscopía para identificar si existen coincidencias en las prevalencias de tipos labiales por zonas geográficas.

Referencias

1. Grimaldo-Carjevschi M. Rugoscopía, queiloscopía, oclusografía y oclusoradiografía como métodos de identificación en odontología forense. Una revisión de la literatura. *Acta Odontológica Venezolana* 2010; 48(2); 5.
2. Barragán T. Estudio de la heredabilidad en la Queiloscopía. *Revista de la Escuela de Medicina Legal* 2011; 17: 32-44.
3. Muñoz C. Procesos, procedimientos, dispositivos y técnicas de administración del cuerpo desaparecido. *Colomb Forense* 2016; 3(2):15-24
4. Moya V, Roldán B, Sánchez J. *Odontología legal y forense*. Barcelona: MASSON: 1994.
5. Chalapud D, Mosquera M, Pulgarín M, *et al.* Análisis queiloscóptico en estudiantes de odontología de la ciudad de Cali. *Rev Estomat* 2011; 19(1): 14-19.
6. Caldas I, Magalhaes T, Alfonso A. Establishing identity using cheiloscopia and palatoscopy. *Forensic Science Intern* 2007; 165:1-9.
7. Bernardpni M, Sauer S, Briem S. Análisis experimental del comportamiento de huellas en cadáveres frescos usando el método fraile. *Gac Int Cienc Forense* 2013; 8: 16-24.

8. [Sánchez JA](#). Quelioscopia como método odontológico para la identificación humana. [Trabajo de grado para optar al título de odontóloga]. Universidad Central del Ecuador [en línea] 2017 [fecha de consulta: 16 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10636/1/T-UCE-0015-666.pdf>
9. [Stamm B](#). Estudio descriptivo del nivel de conocimiento en Argentina sobre la quelioscopia como sistema de identificación. *Gac Int Cienc Forense* 2012; (5): 27-32.
10. [Renaud M](#). Cheiloscopic identification in forensic medicine. *Nouv Presse Med* 1973; 2(39): 2617-2620.
11. [Gupta S, Gupta K, Gupta O](#). A study of morphological patterns of lip prints in relation to gender of North Indian population. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Reserch* 2011; 1(1): 12-16.
12. [Herrera L, Fernandes C, Serra M](#). Human identification by means of conventional and digital cheiloscopy: a study of the literature. *Rev Gaúcha Odontol* 2013; 61(1):113-120.
13. [Palakurthi N, Afroz S, Suri C, et al](#). Cheiloscopy: Scope in forensics, classification systems and limitations. *JDSR* 2015; 5(1): 48-53.
14. [Coward R](#). The stability of lip pattern characteristics over time. *J Forensic Odontostomatol* 2007; 25(2): 40-56.
15. [Molina M, Tanya Y](#). Análisis comparativo de las técnicas quelioscópicas de Suzuki - Tsuchihashi y Renaud, en estudiantes de la Unidad Educativa José Emilio Álvarez de la comunidad Chambapongo. *Salcedo – Cotopaxi* [en línea] 2017 [fecha de consulta: 16 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9906/1/T-UCE-0015-621.pdf>
16. [Joseph A, Kuriakose L, Ismail M, et al](#). An updated review on cheiloscopy. *EJPMR* 2015; 2(6): 286-289.
17. [Obik H, Asomugha A, Ezejindu A](#). Morphological Patterns of lip print in Otolu Newi Community, Anambra State, Nigeria. *J Med Med Sci Res* 2014; 3(3): 24-32.
18. [Ragab A, El-Aziz S, Abdel R](#). Characteristic patterns of lip print in Egyptian population sample at Dakahila Governorate. *Int J Legal Med* 2013; 127: 521-527.
19. [Espinoza A, Arboleda K](#). Prevalencia de huellas labiales en estudiantes de la Escuela de Estomatología de la Universidad Señor de Sipán, 2016. *Salud & Vida Si-panense* 2017; 4(2): 34-41.

Diseño e implementación de una propuesta didáctica por medio de la utilización de herramientas virtuales para el aprendizaje de inmunología en enfermedad periodontal*

Hernán Santiago Garzón Vergara 1
Jennifer Quiroga Carrillo 2

Design and implementation of a didactic model through the use of virtual tools for the learning of immunology in periodontal disease*

Resumen

Introducción: el contexto actual presenta diversas posibilidades para la innovación en el campo educativo, siendo una de estas la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). En odontología los esfuerzos para la introducción de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje han sido progresivos y algo difíciles, debido a las características propias de la disciplina, la cual exige prácticas pre-clínicas y con pacientes. Sin embargo, la infinidad de herramientas que ofrecen las TIC han hecho que sean más atractivas, versátiles y útiles para el fortalecimiento de procesos educativos en áreas complejas. En el área de periodoncia se presenta una dificultad para el aprendizaje de Inmunología en Enfermedad Periodontal por la cantidad de horas dedicadas y su complejidad. **Objetivo:** diseñar e implementar una propuesta didáctica a través de herramientas virtuales para fortalecer el proceso de aprendizaje respecto a la inmunología en enfermedad periodontal. **Materiales y métodos:** investigación cualitativa de tipo investigación-acción. Se elaboró una plataforma en *Moodle* con cinco módulos, cada uno con objetivos de carácter cognitivo, procedimental y actitudinal; así como el planteamiento de actividades que fortalecieran el aprendizaje del estudiante y un proceso evaluativo, en el cual tanto el tutor como el estudiante forman parte activa dando lugar a una evaluación procesual. **Discusión y conclusión:** aunque la elaboración de este tipo de propuestas se redefine constantemente en la práctica, son una estrategia útil en odontología, la cual arrojaría resultados satisfactorios para el fortalecimiento de procesos de aprendizaje en aquellos temas que presentan mayor dificultad.

Palabras clave: Pedagogía; didáctica; TIC; *B-learning*; periodoncia.

Abstract

Background: the current context presents several possibilities for innovation in the educational field, one of which is the use of Information and Communication Technologies (ICT). In dentistry, the efforts for the introduction of ICT in teaching-learning processes have been progressive and somewhat difficult, due to the characteristics of the discipline that requires pre-clinical practices and with patients. However, the myriad of tools offered by ICT have made them more attractive, versatile and useful for strengthening educational processes in complex areas. In the area of periodontics there is a difficulty for the learning of Immunology in Periodontal Disease due to the number of hours dedicated and its complexity. **Objective:** to design and implement a didactic proposal through virtual tools to strengthen the learning process regarding immunology in periodontal disease. **Materials and methods:** pedagogical research of qualitative type framed within Action Research. A platform was developed in *Moodle* with five modules, each one with cognitive, procedural and attitudinal objectives; as well as the approach of activities that strengthened the student's learning and an evaluation process in which both the tutor and the student are an active part, giving rise to a procedural evaluation. **Discussion and conclusion:** although the development of this type of proposal is constantly redefined in practice, as an initial exercise it is useful to show a useful strategy in dentistry that would eventually yield satisfactory results for the strengthening of learning processes in those subjects that present greater difficulty.

Keywords: Pedagogy; didactics; ITC; *B-learning*; periodontics.

* Artículo original de *investigación* derivado del proyecto como trabajo de grado para la obtención del título de especialista en Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional.

1 Odontólogo. Especialista en Periodoncia. Especialista en Pedagogía. Candidato Magíster en Bioingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesor especialidad en Periodoncia de la Universidad Antonio Nariño.

2 Licenciada Pedagogía Infantil. Magíster en desarrollo Educativo. Profesora tiempo completo de la Secretaría de Educación Distrital.

CITACIÓN SUGERIDA

Garzón Vergara HS, Quiroga Carrillo J. Diseño e implementación de una propuesta didáctica por medio de la utilización de herramientas virtuales para el aprendizaje de inmunología en enfermedad periodontal. *Acta Odont Col* [en línea] 2018 [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 8(2): 59-71. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>

Recibido	Aprobado	Publicado
13/10/2017	26/06/2018	01/7/2018



Introducción

En odontología, la utilización de herramientas electrónicas en procesos educativos se ha popularizado desde finales del siglo pasado. Inicialmente se utilizaban materiales audiovisuales como videos educativos cuya realización era motivada por una preocupación hacia aquellas asignaturas que presentaban mayor dificultad (1), cantidad de estudiantes reprobados (2), y las que requerían de ciertos espacios y materiales específicos para su desarrollo, por ejemplo, laboratorios. De esta forma se pretendía transportar esos contenidos a la casa del estudiante, donde de forma autónoma podía seguir profundizando y estudiando (3). Estos contenidos no implicaban una interacción entre maestro-tutor y estudiante, pues se veía como una facilidad para la consulta de material bibliográfico. Cabe mencionar que, en el contexto de hace algunos años, los procesos de enseñanza en odontología pueden catalogarse como “tradicionales” (caracterizados por la recepción de información por parte del estudiante y encaminados hacia un modelo pedagógico conductual). Esta cantidad de información, en la mayoría de los casos, carece de un espacio para cuestionar, reflexionar o plantear posturas propias al respecto (4).

Actualmente, el uso masivo de computadores, tabletas y teléfonos celulares ha hecho que la tecnología se convierta en parte de la vida cotidiana. Esto hace que se configure un nuevo contexto, para el cual el campo educativo debe estar preparado respondiendo a los desafíos que se presentan. Por lo anterior, el proceso enseñanza-aprendizaje debe reescribirse a la luz de estas tecnologías (5). Como ejemplos de esto en las diferentes especialidades odontológicas, en ortodoncia se reporta la creación de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) como un acierto para la formación continua, con la conformación de una comunidad académica en donde se permita la construcción de conocimiento en colectivo (6). En histología oral, la elaboración de una página web, en donde se recopilan diferentes guías de trabajo y fotografías histológicas, tratan de mostrar esa versatilidad que brindan las TIC para que el estudiante pueda estudiar desde cualquier lugar, sin la limitación de un laboratorio (7). Otros autores utilizan el blog como herramienta para el fortalecimiento en clínicas de odontopediatría (8) y la enseñanza del método científico en odontología (9). Actualmente en la Universidad Nacional de Colombia se cuenta con algunos programas de forma virtual de acceso gratuito, referidos a la recopilación de información de diferentes temas sin la interacción con un maestro-tutor.

El común denominador de estas experiencias con el uso de TIC es que se ha interpretado la virtualidad como una fuente de consulta, un sitio donde los maestros pueden recopilar información y los estudiantes consultarla. Lo anterior debe ser revaluado bajo la concepción original de un modelo *Blended Learning* o *B-learning*, en donde se hace necesaria la interacción de un maestro-tutor con el estudiante, aplicado a un modelo pedagógico constructivista (10). El modelo *B-learning* combina la modalidad en línea y presencial para crear una experiencia de aprendizaje significativa, permitiéndole al estudiante una flexibilidad en tiempos y lugares de estudio, apoyándose personalmente con un maestro (11). Asociado a las ventajas que presenta, ha tomado popularidad en colegios y universidades, al favorecer un aprendizaje independiente pero colaborativo, además de diferentes canales de comunicación entre estudiantes y maestros (12).

La innovación en el campo educativo de la odontología no debe verse como una necesidad o exigencia creada en el medio globalizado para estar a la vanguardia, sino como

una nueva oportunidad para un cambio significativo tanto instrumental como cultural. Esto seguramente permeará en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, haciéndolo significativo y útil para el estudiante, ayudándole a superar dificultades y contribuyendo a formación de profesionales integrales (13).

El conocimiento y manejo de la enfermedad periodontal debe ser para el odontólogo general uno de los ejes fundamentales de su ejercicio profesional, dada su alta prevalencia en Colombia, pues ocupa el segundo lugar después de la caries dental según el ENSAB IV (14). En periodoncia, el fundamento en ciencias básicas es obligatorio para el entendimiento y ejecución de procedimientos clínicos. La dificultad para el entendimiento de las ciencias básicas ha permeado la clínica en cuanto a la realización de procedimientos con un insuficiente fundamento teórico. Resulta entonces necesario generar estrategias que permitan articular lo aprendido en ciencias básicas en primeros semestres aplicándolas a la clínica, evidenciando en las TIC una posibilidad para su consecución (15).

De ahí que, frente al reto de generar procesos de aprendizaje significativo asociado a la complejidad en el tema de inmunopatogénesis periodontal, diseñar una propuesta didáctica virtual permite hacer un primer acercamiento de su utilidad y pertinencia para esta rama en odontología (16).

Ante las dificultades identificadas en los estudiantes y con base en lo consultado respecto a la utilización de TIC en odontología, es posible entonces configurar la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo fortalecer los procesos de aprendizaje de la inmunopatogénesis periodontal en los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, a través de una propuesta didáctica por medio de la utilización de herramientas virtuales bajo una modalidad *B-learning*?

Materiales y métodos

Investigación pedagógica de tipo cualitativa (17), enmarcada dentro de la investigación-acción (18,19) desarrollada en tres fases principales:

Fase A. Antecedentes y contextualización: se realizó una búsqueda documental amplia en las bases de datos disponibles para tal fin. De esta forma se obtuvieron artículos acordes con el tema que permitieron establecer el punto de partida de la investigación para su planeación y ejecución posterior. La búsqueda de los artículos se realizó en las siguientes bases de datos afiliadas a la Universidad Nacional de Colombia, destacadas por la calidad y pertinencia de la información: *Access Medicine, Hinari, Ovoid, E-brary, Jstor, PubMed, Global Health, Medline, Science direct*.

Se definieron los siguientes términos bajo los cuales se desarrolló la búsqueda sistemática: - Dentistry. – Odontología. - Virtual Education.- Educación virtual. - Online - Dental - B-learning - Didactic - Didáctica - Internet - Information and communication technology (ICT) - Tecnologías de la información y comunicación (TIC).

De acuerdo a los términos anteriores, se utilizaron para la búsqueda los operadores booleanos: AND, OR, NOT, para filtrar la información necesaria de acuerdo a los criterios establecidos.

Fase B. Diseño e implementación: se realizó el diseño y elaboración de la plataforma virtual en *Moodle* y específicamente el módulo de inmunología periodontal: www.imunologiaperiodontal.com. Se implementó con los estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia un total de cinco mujeres y un hombre, de octavo y noveno semestre, promedio de edades entre los 21 y 24 años.

La duración del módulo fue de un mes; se caracterizó por el desarrollo de una estructura, en la cual se retoman cada uno de los objetivos de la investigación y se definen los propósitos, las técnicas para la recolección de la información –observación participante (20) y grupo focal (21)– y los instrumentos para el registro de dicha información –el diario pedagógico (22) y entrevista semi-estructurada.

La estructura del aula virtual se definió por 5 módulos:

Módulo 1: conceptos básicos de Inmunología. **Módulo 2:** inmunopatogénesis de la enfermedad periodontal: papel del neutrófilo. **Módulo 3:** infección y autoinmunidad. **Módulo 4:** autoinmunidad y enfermedad periodontal. **Módulo 5:** diagnóstico y terapéutica periodontal.

Cada uno de los módulos contaba con objetivos de carácter cognitivo, procedimental y actitudinal. En concordancia con lo anterior, se plasmaban las actividades a desarrollar utilizando diversas herramientas existentes en la web y otras ideadas por los autores. Finalizaba con un proceso evaluativo donde, tanto el tutor como el estudiante, forman parte activa dando lugar a una evaluación procesual. A continuación se puede apreciar un ejemplo de la estructura mencionada:

Módulo 2. Inmunopatogénesis de la enfermedad periodontal: papel del neutrófilo.

Objetivos:

Cognitivo: identificar y conocer las funciones del neutrófilo y el nuevo modelo de enfermedad periodontal.

Procedimental: realizar procesos de coevaluación y autoevaluación de forma crítica, analítica e introspectiva.

Actitudinal: fortalecer la capacidad de autocrítica y autorreflexión consigo mismo y con los demás.

Actividades aula virtual:

1. Mapa conceptual o flujograma: papel del neutrófilo y nuevo modelo en enfermedad periodontal

Cognitivo: conocer el nuevo concepto de TRAPS en enfermedad periodontal. Reforzar el entendimiento conceptual del nuevo modelo de enfermedad periodontal.

Procedimental: realizar un proceso de coevaluación y autoevaluación de forma crítica, analítica, constructiva e introspectiva. Sintetizar información de diversas fuentes para plasmarlo en un esquema virtual interactivo.

Actitudinal: fortalecer el proceso creativo e innovador en los estudiantes. Inculcar el valor del trabajo en equipo constructivo a nivel universitario.

1. Chat semana 2: evaluación por pares del esquema

Socializar de forma virtual interactiva sobre la actividad del esquema realizado y los procesos de coevaluación y autoevaluación.

Ejemplo de Actividad 1: descrita en profundidad para el estudiante.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUSTENTO TEÓRICO
<p>Mapa conceptual o flujograma: papel del neutrófilo y nuevo modelo en enfermedad periodontal</p>	<p>Esta actividad implica una parte individual y otra de trabajo colectivo en la evaluación.</p> <p>1. A los estudiantes se les brinda una bibliografía (en total 6 artículos) de los cuales se escogen 2 para que realicen un mapa conceptual o flujograma en el programa PREZI o en cualquier otro programa.</p> <p>2. El estudiante puede visitar la página: www.prezi.com</p>  <p>3. El estudiante realiza el envío. Luego pasa a una fase de evaluación por pares en donde el sistema asignará aleatoriamente dos trabajos de sus compañeros para ser evaluados. Además brindará la opción de realizar una autoevaluación respecto a esta actividad, posterior al chat de socialización y debate.</p> <p>4. En el sistema se establecieron unos criterios sobre los cuales evaluar y dar una calificación numérica a su compañero. Más que la calificación, lo importante es que los estudiantes escriban los comentarios constructivos a sus compañeros sobre el trabajo realizado. La calificación de esta actividad corresponde a 5 puntos de la coevaluación y otros 5 puntos de la autoevaluación.</p>	<p>En esta actividad se da al estudiante la posibilidad de explorar una nueva herramienta virtual como lo es el programa PREZI para la expresión de sus ideas bajo una forma más interactiva, visualmente más agradable y menos lineal que en otro tipo de programas. Eventualmente podría ser un aprendizaje que serviría para su utilización en cualquier otro aspecto de su vida académica o personal.</p> <p>“Es evidente que, de acuerdo con las deducciones sobre los estilos de aprendizaje, tipos de inteligencia y estilos de enseñanza, es absurdo que continuemos insistiendo en que todos los estudiantes aprendan de la misma manera; cada ser humano es singular e irreplicable, por ende, cada uno aprende de forma diferente” (23).</p>

<p>Chat semana 2: evaluación por pares del esquema</p>	<p>Se prepara la realización de un chat de dos horas de duración, repartidas una hora por cada tres estudiantes. En esta sesión las preguntas guía serán: <i>¿Qué aportes hizo mi compañero que complementarían mi trabajo?</i> <i>¿En qué aspectos puedo complementar el trabajo de mi compañero?</i> <i>¿Tengo dudas respecto al tema? ¿Cuáles? Las anoto y preparo para el chat.</i> Como es la primera experiencia en chat académico de este módulo, el moderador será el maestro-tutor quien guiará la conducción del mismo. El chat queda programado para el día viernes 13 de septiembre de 8:00 pm a 10:00 pm</p>	<p>“La función del docente es engrosar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente originado. Esto implica que la función del profesor no se limita a crear condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, sino que deba orientar y guiar explícita y deliberadamente dicha actividad. Podemos decir que la construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Diversos autores han postulado que es mediante la realización de aprendizajes significativos que el alumno construye significados que enriquecen su conocimiento del mundo físico y social, potenciando así su crecimiento personal. De esta manera, los tres aspectos clave que debe favorecer el proceso instruccional serán el logro del aprendizaje significativo, la memorización comprensiva de los contenidos escolares y la funcionalidad de lo aprendido” (24).</p>
--	--	---

Fuente: elaboración propia.

Evaluación:

Coevaluación recibida el mapa conceptual: 5 puntos.

Autoevaluación del mapa conceptual: 5 puntos.

Participación en el chat: 5 puntos.

Total módulo 2: 15 puntos.

Fase C. Análisis e interpretación: luego de la implementación del aula y la recolección de la información cualitativa (procesos simultáneos) se establecieron unas categorías

para ser analizadas e interpretadas de acuerdo con la dinámica desarrollada durante el módulo, dando lugar a conclusiones y recomendaciones de orden investigativo, pedagógico y disciplinar.

Resultados y discusión

El uso de los AVA en odontología ha sido más habitual con el transcurrir del tiempo, en concordancia con las exigencias actuales en educación. Asociado a sus resultados positivos, es cada vez más importante incluirlos para afianzar procesos de aprendizaje, por ejemplo aquellos que presentan mayor dificultad o requieran escenarios específicos. Esto hace que el estudiante pueda estudiar en el momento y lugar que sea de su preferencia, y cuando se sienta dispuesto para realizarlo (25).

En odontología como ciencia, cuyo componente práctico es un factor decisivo, plantear alternativas diferentes de aprendizaje implica un reto. Reto que conduce hacia la generación de una cultura en su uso y apropiación, no sólo para estudiantes sino para los maestros también (26). Luego de un riguroso análisis cualitativo de la información recolectada mediante los diferentes instrumentos utilizados, es posible evidenciar que esta propuesta didáctica contribuyó al fortalecimiento de los procesos de aprendizaje de la temática propuesta e impactó de forma positiva en el contexto de su desarrollo, en concordancia con otras experiencias revisadas a nivel mundial (27, 28, 29).

Uno de los hallazgos más interesantes del análisis realizado consistió en sustentar la siguiente premisa: es necesario superar la visión de un AVA como una fuente de recopilación de información. Bajo la metodología realizada, se hace imperante la necesidad de una interacción entre maestro-tutor y estudiante, pues la recopilación de información en una página de internet resulta poco productiva para el fortalecimiento real de un proceso de aprendizaje. Cuando el estudiante no encuentra ese maestro-tutor interesado y activo en lo virtual, pierde con relativa facilidad el interés. De ahí que la aplicación real de un modelo pedagógico constructivista, en este tipo de entornos de aprendizaje, exige un compromiso en doble vía del maestro-tutor y sus estudiantes (30). Al centrar el proceso de aprendizaje en el estudiante y convertirlo en protagonista (31), se generó un espacio donde se permitía un razonamiento y análisis de la información recibida, lo cual derivó en un producto de diversa índole (mapa conceptual, esquema, dibujo, cuadro sinóptico, etc.), situación que, según reportaron, supera la formación presencial, la cual se centra más en una transmisión y reproducción de información.

Por otra parte, a través de la propuesta didáctica, fue posible “devolver” ese papel protagónico al estudiante en el proceso educativo, mostrándose muchas veces no identificado con ese nuevo rol (32). Esto va en concordancia con otros autores respecto al modelo pedagógico constructivista: da cuenta de una necesidad imperante en los estudiantes para no convertirlos únicamente en modelos de reproducción de conocimiento, sino la necesidad de formar personas capaces de pensar, razonar, analizar esta información y, a partir de allí, construir sus propios conceptos (33).

Dentro de este panorama fue posible tener un acercamiento hacia el modelo pedagógico constructivista respecto a la autonomía del estudiante y el maestro-tutor como guía del proceso (34). Al respecto conviene decir que, si bien fue un proceso de enriquecimiento

mutuo, representó para los estudiantes e incluso para el maestro-tutor un desafío, haciéndose necesario el desarrollo de diferentes habilidades que no habían sido del todo exploradas en el proceso de formación presencial. Es decir, aspectos como un trabajo completamente autónomo no es el común del grupo de estudiantes con los cuales se desarrolló la investigación. En consecuencia, la interacción entre estudiante y maestro-tutor genera procesos muy interesantes de edificación y construcción en conjunto, no sólo siendo para el estudiante un momento significativo durante su proceso de formación, sino a su vez un espacio que tiene el maestro-tutor para reflexionar sobre su práctica pedagógica.

Los procesos de autoevaluación, desarrollados en cada uno de los módulos, también fue algo que los estudiantes calificaron como un acierto. Estaban acostumbrados al modelo de heteroevaluación y no se había generado otro tipo de formas de evaluar (35). La plataforma permitió que se dieran estos espacios y formas de evaluar llevando al estudiante a reconocerse en su propio proceso de formación (36, 37) y a que en un futuro pueda ser un profesional reflexivo sobre su propia práctica (38).

Si bien a nivel técnico la plataforma debe ser mejorada en aspectos como la inclusión de algunas imágenes o la reformulación de algunas actividades y su orientación (debido a la dificultad en su realización o el poco entendimiento de las mismas que en su momento expresaron algunos estudiantes) la esencia misma del aula se ve como un acierto, pues llevó al estudiante a la generación de procesos de construcción paulatinos y orientados, enmarcados en una lógica del trabajo autónomo como eje fundamental del aprendizaje (39). Además, se evidencia que no solo el contenido impacta al estudiante, sino también un diseño llamativo que le permita explorar sus sentidos (40) y que sea de fácil entendimiento y acceso. Para lograr lo anterior, es posible acudir a los principios de la neurodidáctica y aplicarlos durante el diseño del AVA (41)

Con base en lo mencionado, se puede decir que la implementación de esta propuesta didáctica posibilitó la generación de nuevas oportunidades para explorar en la enseñanza de la odontología, pues a través de "otros" espacios de formación, las herramientas virtuales resultaron ser muy útiles: blogs (42, 43), podcasts (44), wikis (45, 46), juegos (47), etc. Asimismo, generó el desarrollo de procesos didácticos desde una dinámica de interés, motivación y compromiso, con resultados provechosos para los actores implicados en el proceso: maestros-tutores y estudiantes (48).

Lo anterior se convierte en una premisa importante para que este tipo de materiales y de propuestas tengan mayor acogida y desarrollo en esta rama científica, ya que, si bien esta propuesta fue muy específica (49), puede extrapolarse a otras áreas e incluso materias completas bajo esta modalidad de un trabajo virtual en casa y la asistencia o no a clases presenciales con diversas didácticas (50). Las herramientas virtuales son ilimitadas, pero siempre deben tener un enfoque pedagógico y didáctico claro para que su aplicación resulte provechosa.

Conclusiones

La propuesta didáctica implementada para el aprendizaje de la inmunología en enfermedad periodontal, aunque requiere ajustes, logró ser efectiva y mostró su potencial académico para el fortalecimiento de procesos de aprendizaje de la temática específica en el

contexto realizado. Se requiere para la funcionalidad de esta didáctica maestros proactivos dispuestos a innovar, motivar y seguir procesos; a su vez requiere estudiantes autónomos, dinámicos, abiertos al cambio y comprometidos con su proceso de aprendizaje.

Se identifica la innovación y motivación como dos elementos clave difíciles de conseguir en los estudiantes durante los procesos educativos, sin embargo, bajo la realización de una propuesta didáctica bien estructurada y guiada que involucre herramientas virtuales, es posible su consecución y mantenimiento al permitir una oportunidad al estudiante de sorprenderse, crear, descubrir, inventar y ser parte principal y activa del proceso educativo.

El uso de las TIC en odontología debe promoverse más en otras especialidades o temas de periodoncia, pues bajo una modalidad *B-learning* muestra resultados satisfactorios como el presente. La investigación pedagógica permite cualificar la práctica de los maestros, pues esta habla diariamente en un lenguaje diferente e intangible muchas veces, capaz de tocar la reflexividad de los maestros, lo cual exige saber interpretarlo y asimilarlo, reconociendo errores con el fin de lograr una mejor educación.

Recomendaciones

Para aquellos profesionales de la salud dedicados al campo educativo es importante reflexionar sobre sí mismos y sobre su propia práctica, pues edifica, construye y revela muchas situaciones que permiten eventualmente su mejoramiento y fortalecimiento. Es así como este tipo de investigaciones pedagógicas se convierten en una forma de buscar una mejor educación para los estudiantes, formando ciudadanos comprometidos con el país.

Si bien esta investigación se centró en el desarrollo por parte de los estudiantes, valdría la pena en futuras investigaciones indagar sobre el papel de los maestros y su actitud referente a la implementación de las TIC en odontología, además, sobre la manera como asumen este tipo de procesos desde otra perspectiva y si el camino que conduce resulta ser igual de provechoso.

La construcción de un diario pedagógico es de gran importancia para un maestro en ejercicio, pues allí puede plasmar todo lo que ocurre durante su práctica, además de registrar detalladamente sus pensamientos y sentimientos. Este material le servirá para cualificar su práctica desde una mirada más reflexiva y crítica de sí mismo. Por lo tanto, se recomienda conocer este instrumento, utilizarlo y obtener del mismo el máximo provecho.

Referencias

1. Kamel M, Maramba I, Wheeler S. Wikis, blogs and podcast: a new generation of Web-based tools for virtual collaborative clinical practice and education. *BMC Medical Education* 2006; 6(41): 1-8.

2. [Monteagudo P, Sánchez A, Hernández M.](#) El video como medio de enseñanza: Universidad Barrio Adentro. República Bolivariana de Venezuela. *Educ Med Super* 2007; 21(2): 1-9.
3. [Barbera E, Badía A.](#) Hacia el aula virtual: Actividades de enseñanza y aprendizaje en la red. *Revista Iberoamericana de Educación* 2005; 36(9): 1-22.
4. [Guerrero Gerardo L.](#) La imposición de modelos pedagógicos en Colombia – siglo XX. *Estudios Latinoamericanos* 2002; 10-11: 21-32.
5. [Atehortúa Cruz A.](#) “Revolución educativa”: momentos y perspectivas. *Revista Colombiana de Educación* [en línea] 2003 [fecha de consulta: 4 de marzo de 2013]; 44: 1-27. Disponible en: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/7765>
6. [Ireland AJ, Smith AS, Alder DM, et al.](#) Building a learning community on-line: the first step towards a national virtual learning environment in orthodontics. *J Orthod* 2005; 32(3): 214-219.
7. [Ávila RE, Samar ME.](#) Proyecto histología virtual: ODONTOWEB. *Int J Odontostomat* 2011; 5(1): 13-22.
8. [Gutiérrez N.](#) Implementación de una estrategia didáctica en la Clínica de Odontopediatría, Facultad de Odontología, UCR. *Revista Educación* 2012; 36(2): 1-16.
9. [Bárceñas J, Tolosa J, Domínguez A.](#) Aprendizaje del método científico en odontología: una experiencia educativa con objetos de aprendizaje. *Universidad Nacional Autónoma de México. XXX Simposio internacional de TIC en educación SOMECE* 2015.
10. [Coll S, Martín E, Mauri T.](#) *El Constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó; 1993.
11. [Olakanmi E.](#) The effects of a flipped classroom model of instruction on student’s performance and attitudes towards chemistry. *Journal of Science Education and Technology* 2017; 26(1): 127-137.
12. [Shu H, Gu X.](#) Determining the differences between online and face-to-face student-group interactions in a blended learning course. *The Internet and Higher Education* 2018; 39: 13-21.
13. [Bárceñas López J, Tolosa Sánchez JS, Domínguez Hernández JA.](#) Instrumenta: software para la práctica odontológica [en línea]. En: Memorias del 22 simposio internacional de computación en la educación – SOMECE 2006 [fecha de consulta: 17 de julio de 2013]. Disponible en: <http://simposio.somece.org.mx/2006/entrada.htm>
14. [Colombia - Ministerio de salud y protección social.](#) IV Estudio Nacional de Salud Bucal. Bogotá: Minsalud; 2014.

15. Rueda Ortiz R, Rozo Sandoval C, Rojas D. Formación de docentes y tecnologías de la información. El caso de las Universidades y Normales de Bogotá. *Nómadas* 2007; (26): 237-240.
16. Castillo S. Factores que se deben considerar al implementar estrategias de educación virtual en odontología. *Universitas odontológica* 2011; 30(65): 97-103.
17. Monje C. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica [en línea]. Neiva: Universidad Surcolombiana; 2011 [fecha de consulta: 17 de julio de 2013]. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
18. Osorio J. La investigación-acción Una estrategia de sistematización y producción de conocimientos en la educación de las personas adultas. *Deciso* 2011; 28: 37-40.
19. Osorio J, Rubio G. Claves de la investigación-acción para una práctica educativa volcada a la experiencia. La cualidad Reflexibilidad, investigación-acción y enfoque indicial en educación [en línea]. Santiago de Chile: Escuela de Humanidades y Política; 2007 [fecha de consulta: 25 de agosto de 2013]. Disponible en: <http://www.cepalforja.org/sistem/bvirtual/?p=711>
20. Callejo J. Observación, entrevista y grupo de discusión: el silencio de tres prácticas de investigación. *Revista Española de Salud Pública* 2002; 76(5): 409-422.
21. García M. El grupo focal como técnica de investigación cualitativa en salud: diseño y puesta en práctica. *Atención primaria* 2000; 25(3): 181-186.
22. Porlán R, Martín J. *El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula*. 8ª. ed. España: Diada Editorial; 2000.
23. Velásquez B, Calle M, Remolina N. Teorías neurocientíficas del aprendizaje y su implicación en la construcción de conocimiento de los estudiantes universitarios. *Tabula Rasa* 2006; 5: 229-245
24. Coll C, Martín E. Aprendizaje y desarrollo: la concepción genético-cognitiva del aprendizaje. En: Coll C, Palacios J, Marchesi A (Comp). *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación*. Madrid: Alianza Editorial; 1990.
25. Cabero J. Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa* 1996; 1: 1-12.
26. Calle M G, Cardona G. Metodología y didácticas virtuales. Serie formadores de formadores. CINEV
27. Al-Jewair TS, Azarpazhooh A, Suri S, et al. Computer-assisted learning in orthodontic education: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Education* 2009; 73(6): 730-739.

28. **Moranchel M, Vázquez C, Herranz A.** Aprendizaje colaborativo en Moodle. El uso de las wiki y los blogs en la historia del derecho. En: *VI Jornadas Campus virtual UCM: Campus Virtual crece: retos del EEES y oportunidades para la UCM*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2011:163-169.
29. **Ireland AJ, Atack NE, Sandy JR.** Experiences of Wiki topic teaching in postgraduate orthodontics: what do the learners think? *European Journal of Dental Education* 2013; 17(1): e109-113.
30. **Castillo S.** Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 2008; 11(2): 171-194.
31. **Díaz-Barriga F, Hernández G.** *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. 2ª. ed. México: Mc Graw Hill; 2002.
32. **Dueñas J.** Educación para la salud: bases psicopedagógicas. *Revista cubana de educación médica superior* 1999; 13: 92-98.
33. **Marcelo C.** Rediseño de la práctica pedagógica: factores, condiciones y procesos de cambios en los teletransformadores. En: *Conferencia impartida en la Reunión Técnica Internacional sobre el uso de TIC en el Nivel de Formación Superior Avanzada*. Sevilla, España: 6-8 de junio de 2001.
34. **Barreto C, Gutiérrez L, Pinilla B, et al.** Límites del constructivismo pedagógico. *Educación y Educadores* 2009; 9(1): 11-31
35. **Ibabe Erostarbe I, Jaureguizar Albonigamayor J.** Auto-evaluación a través de Internet: variables metacognitivas y rendimiento académico. *Revista Latinoamericana de Tecnología educativa* 2007; 6(2): 59-75.
36. **Barbera, E.** Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación. *Revista de Educación a Distancia* [en línea] 2006 [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2013]; Monográfico VI: 1-13. Disponible en: <http://revistas.um.es/red/article/view/24301/23641>
37. **García Beltrán A, Martínez R, Jaén JA, et al.** La autoevaluación como actividad docente en entornos virtuales de aprendizaje/enseñanza. *Revista de Educación a Distancia* [en línea] 2006 [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2013]; 50: 1-11. Disponible en: <http://revistas.um.es/red/article/view/272241/198741>
38. **Schön DA.** *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós; 1998.
39. **Herrera M.** Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación* 2006; 38(extra 5): 1-20.

40. Gerhard F, Gerhard P. Neurodidáctica. *Revista Mente y Cerebro* 2003; 4: 39-45.
41. Forés Miravalles A, Ligoiz Vázquez M. *Descubrir la neurodidáctica: aprender desde, en y para la vida*. Barcelona: Editorial UOC; 2009.
42. Jham B, Duraes G, Strassler H, *et al.* Joining the Podcast Revolution. *Journal of Dental Education* 2008; 72(3): 278-281.
43. Kamel M, Maramba I, Wheeler S. Wikis, blogs and podcast: a new generation of Web-based tools for virtual collaborative clinical practice and education. *BMC Medical Education* 2006; 6(41): 1-8.
44. Laaser W, Jaskilioff S, Rodríguez L, *et al.* Podcasting ¿un nuevo medio para la educación a distancia? *Revista de Educación a Distancia* 2010; 23: 1-11.
45. Lamb B. Wide Open Spaces: Wikis, Ready or Not. *EDUCAUSE* 2004; 39(5): 36-48
46. Schwartz L, Clark S, Cossarin M, *et al.* Educational wikis: features and selection criteria. *The international review of research in open and distance learning* 2004; 5(1). doi: <http://dx.doi.org/10.19173/irrodl.v5i1.163>
47. Mendoza P, Galvis A. Juegos multiplayer: juegos colaborativos para la educación. *UNIANDES –LIDIE* 1998;11(2): 223-239
48. Hernández P. *La psicología educativa y los otros saberes educativos. Psicología de la educación*. 5ª. ed. México D.F: Trillas: 2005.
49. Camilloni A. Didáctica general y didácticas específicas. En: Camillone A, Cols E, Basabe (Eds). *El saber didáctico*. Barcelona: Paidós; 2009.
50. Jorba J, Sanmartí N. *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: propuestas didácticas para las áreas de las Ciencias de la Naturaleza y Matemática*. España: Ministerio de Educación y Cultura; 1996.

Impacto macroeconómico generado por la pandemia del VIH/SIDA informado por la literatura internacional desde 1990 a 2013*

Carlos Andrés Franco Blanco 1
John Harold Estrada Montoya 2

Macroeconomic impact generated by the pandemic of HIV/AIDS informed by the international literature since 1990 to 2013*

Resumen

Introducción: en 2013, ONUSIDA reportó más de 62 millones de personas infectadas por el VIH desde el inicio de la pandemia; de estos, tres millones se infectaron durante el último año. El impacto del VIH/SIDA a nivel individual ha sido bien documentado, mas los efectos de la pandemia a nivel macroeconómico mundial han sido menos estudiados. **Objetivo:** determinar el impacto a nivel macroeconómico del VIH/SIDA. **Materiales y métodos:** estudio hermenéutico sobre fuentes secundarias de información que mediante la triangulación de esta con la teoría económica, se proyectaron posibles consecuencias en los países más afectados por la pandemia. **Resultados:** la pandemia del VIH/SIDA impacta la oferta de trabajo, mediante el aumento de la morbilidad y mortalidad. El SIDA reduce la productividad laboral, creando así crisis fiscales. El gasto público relacionado con el VIH/SIDA aumentará dentro del rango de 0,2% y 3,5% del presupuesto del gobierno. La baja productividad del sector primario nacional aumenta la importación de alimentos. En Sudáfrica para el año 2010 el PIB sería un 17% menor a un escenario sin VIH/SIDA. **Conclusiones:** se estima que el VIH/SIDA aumentará los costos de mantenimiento de la fuerza de trabajo, alterará la balanza comercial, induciendo déficit fiscal, así como una caída de la productividad cercana al 75% y del crecimiento económico de 5% del PIB en los próximos diez años. Aunque se realizó una búsqueda a nivel mundial, los resultados obtenidos se concentran en África.

Palabras clave: macroeconomía; VIH/SIDA; capitalismo; PIB; desarrollo económico.

Abstract

Background: in 2013, UNAIDS reports more than 62 million people infected with HIV since the onset of the pandemic, of which 3 million became infected during the past year. The impact of HIV/AIDS at the individual level has been well documented, but the effects of the pandemic at the global macroeconomic level have been less studied. **Objective:** to determine the macroeconomic impact of HIV/AIDS. **Materials and methods:** hermeneutic study on secondary sources of information that through triangulation of this information with the economic theory was documented predictions of what will happen in the countries most affected by the pandemic. **Results:** the HIV/AIDS pandemic impacts the labour supply, through increased morbidity and mortality. AIDS reduces labour productivity, thus creating fiscal crises. Public spending related to HIV/AIDS will increase within the range of 0.2% and 3.5% of the government budget. The low productivity of the national primary sector increases the import of food. Slope of GDP in South Africa by 2010 the GDP would be 17% lower than a scenario without HIV/AIDS. **Conclusions:** it is estimated that HIV/AIDS will increase the costs of maintaining the labour force, will alter the trade balance, inducing a fiscal deficit, as well as a productivity decrease of close to 75% and economic growth of 5% of GDP in the next ten years. Although a search was carried out worldwide, the results obtained are concentrated in Africa.

Key words: macroeconomic; HIV/AIDS; capitalism; GDP; economic development.

* Artículo de *revisión* producto del trabajo de grado para optar al título de Odontólogo de la Universidad Nacional de Colombia.

1 Odontólogo. Integrante del grupo de investigación de Salud Colectiva de la Facultad de Odontología. Universidad Nacional de Colombia. Contacto: > caafranco@unal.edu.co / francoandres11@hotmail.com

2 Odontólogo. Magíster en Salud Pública. PhD en Salud Pública. Profesor Titular, Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Facultad de Odontología. Departamento de Salud Colectiva. Contacto: > jhestradam@unal.edu.co / jhestradam@gmail.com

CITACIÓN SUGERIDA

Franco Blanco CA, Estrada Montoya JH. Impacto macroeconómico generado por la pandemia del VIH/SIDA informado por la literatura internacional desde 1990 a 2013. *Acta Odontol Col* [en línea] 2018 [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 8(2): 72-97. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>

Recibido	Aprobado	Publicado
12/09/2017	26/06/2018	01/07/2018



Introducción

Desde la peste bubónica del siglo XIV, ningún agente patógeno había causado tales estragos en el mundo como el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH). Este ha destruido a un sin número de grupos familiares y ha causado un sufrimiento incalculable en las regiones más pobres del mundo que a su vez son las más castigadas por el virus y en donde las barreras de acceso al tratamiento antirretroviral disminuyen la esperanza de vida. El VIH es una seria emergencia sanitaria mundial; el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) es la principal causa infecciosa de muerte en adultos jóvenes en el mundo (1). En 1994 se conformó ONUSIDA, programa enfocado en tratar de manera integral la pandemia del VIH/SIDA a nivel mundial (2).

Los estudios de desigualdades en salud intentan mostrar y demostrar la relación entre los estados de salud y la pertenencia a un estrato o condición social. Estos estudios se sitúan en la epidemiología social que utiliza los conceptos y las herramientas de la epidemiología, pero interesada especialmente por la relación de la salud con el contexto social (3). Hoy existen dos tendencias en la investigación relacionada con el impacto económico del VIH/SIDA, relacionadas con las fuentes de ingreso de los individuos (4). Desde el punto de vista macrosocial, el impacto socioeconómico del VIH/SIDA está dado por la confluencia de las políticas ligadas al desarrollo económico de los diferentes países. Los países capitalistas con orientación liberal justifican la reducción del Estado y la intervención directa del capital privado en la provisión de servicios sociales. Estos mecanismos funcionan para mantener a los individuos en una posición baja en la escala social y de esta manera conservar inmutables las estructuras del poder y dominación de los grupos más pobres (5). A nivel mundial, existe evidencia de una correlación positiva entre la prevalencia del VIH con los países pobres, medida por el ingreso *per cápita*, el ingreso, desigualdad o pobreza absoluta (6).

La inequidad social ha llevado a culturas como la africana a permitir que sus niños se casen antes de tiempo, abandonen la escuela y ayuden con los gastos de la casa, colocándolos en una situación de vulnerabilidad al no poder alfabetizarse para conseguir un mejor empleo, tener más oportunidades laborales y haciéndolos del mismo modo más vulnerables a infectarse por VIH/SIDA (7). Entre los efectos a nivel macroeconómico se puede observar la reducción de la oferta de trabajo, ya que la pandemia del VIH/SIDA tiene un impacto en la mano de obra por la alta mortalidad y la morbilidad. También se observa la reducción de la productividad del trabajo que provoca que los ingresos del gobierno disminuyan: los ingresos fiscales caen y los gobiernos se ven presionados a aumentar su gasto (8).

Cerca de diez millones de niños mueren en los países de bajos ingresos, estas muertes pueden ser prevenibles con medicamentos relativamente baratos e intervenciones simples como el acceso al agua potable (9). Para el 2005, ONUSIDA estimó en África 12 millones de huérfanos menores de 18 años que habían perdido a uno o ambos de sus padres a causa del VIH/SIDA, esto es uno de los principales problemas porque los individuos caen en el círculo vicioso del VIH/SIDA (10). La distribución de mortalidad por VIH/SIDA está relacionada con el nivel de desarrollo del cada país (11). El comportamiento de la pandemia según el sexo continúa siendo de predominio masculino: el 72,0% de las infecciones fueron en hombres y 28,0% en mujeres (12).

Después de presentar una perspectiva global de la pandemia del VIH/SIDA, pueden quedar dos sensaciones: la primera, de connotación negativa, con un panorama casi devastador y donde no se está haciendo lo suficiente para detener la pandemia; el segundo, con una connotación positiva, donde sumados los esfuerzos gubernamentales, de la sociedad civil y de los organismos multilaterales, el mundo se encuentra avanzando hacia el fin de la pandemia para el año 2030 (13). Por esto se realiza el informe que muestra las diferencias entre las personas con acceso a los servicios de asistencia del VIH y las personas que no lo tienen, se necesitarán programas de investigación e innovación combinados con legislaciones protectoras que impulsen la libertad y la igualdad de todas las personas (14).

Para entender el comportamiento de la economía es necesario nombrar las cinco etapas en las que discurre el modelo capitalista, en el cual la distribución, la producción y los precios de los bienes y servicios son determinados por alguna forma de libre mercado; este explota sin misericordia a las masas obreras, creando las condiciones óptimas para el surgimiento de la subversión y la anarquía. La primera etapa, denominada el capitalismo primitivo, se extiende por varios siglos. Fue estudiado por Marx quien lo denominó primer período o la acumulación original (1492-1789). La segunda etapa del desarrollo del capitalismo, en el momento de mayor robustez y fortaleza del modelo, es llamada la época del capitalismo mercantil. El tercer período, denominado capitalismo monopólico, se extendió durante 1914 hasta 1973 (15).

La cuarta etapa del capitalismo se conoce como neoliberalismo: consiste en una concepción del capitalismo radical que absolutiza el mercado y lo convierte en el medio, el método y el fin de todo comportamiento humano inteligente y racional. El “mercado absoluto” elige una libertad total, es decir que no haya restricciones financieras, laborales, tecnológicas o administrativas. Se ha extendido desde 1973 hasta hoy, época de cierre de este ciclo histórico. La quinta etapa o etapa actual, sobre la cual teóricos en economía, política e historia anuncian que el capitalismo, como se conoce, está por desaparecer y transitar a otro modelo. Puede ocurrir que el modelo emergente sea peor al actual; un panorama oscuro, sobre todo para los sectores más deprimidos económicamente de la población; en esta etapa oscura sólo sobrevivirá el 10% de la población, la cual ha acumulado históricamente la mayor cantidad de empresas, el 90% restante estaría librado a su propia suerte. En el otro extremo está la perspectiva optimista y sus teóricos coinciden en que la salida será un socialismo denominado nuevo socialismo o socialismo del siglo XXI (15).

La época del imperialismo (1832-1914) se destaca por su importancia para las políticas de donde surgieron y después se consolidaron los modelos de salud y educación. Surge el estudio del economista ruso Nikolaid Kondratieff, quien analizó el comportamiento de los ciclos económicos del capitalismo y describió que, a lo largo de la historia, el modelo capitalista tiene 4 ciclos de ascenso o estabilización y 4 de descenso o crisis; el último ciclo de crisis ha sido el más largo y perdura hasta nuestros días. Coincide este período de finales de la década de 1980 con la expansión exagerada de la pandemia del VIH, cuyo primer caso se informó al mundo en 1981 en Estados Unidos y que en menos de 10 años asoló a la región de África subsahariana y se expandió al sudeste asiático, América Latina y el Caribe, y a los países del primer mundo que vieron incrementar las tasas de prevalencia tanto en la población adulta como en los jóvenes entre 15 y 24 años (15).

Dando un salto grande y relacionando el panorama oscuro, mencionado anteriormente, encontramos que el 1 de diciembre 2008, tras cinco meses de descenso de la producción, *The National Bureau of Economic Research* de Estados Unidos certificó formalmente la realidad de la recesión, que de acuerdo con los datos comenzó en diciembre de 2007. Esta crisis ha mostrado, con lujo de detalles, cómo el afán de lucro, el apetito desmedido de ganancias y la competencia por ellas son, en efecto, el motor del sistema: promueve las inversiones, las innovaciones y el cambio tecnológico; en síntesis, conduce al auge económico. Pero este auge cae rápidamente a causa del alza de los precios, el crecimiento de las deudas, los cobros judiciales, la proliferación de las bancarrotas, la crisis, el desempleo y la recesión, es “el ciclo económico” (16).

De esta forma, es imprescindible comprender que la economía es la encargada de estudiar el proceso de producción, distribución y consumo de los diferentes bienes para satisfacer necesidades humanas, de estudiar la actividad económica. Aplica el método científico para analizar las relaciones sociales establecidas durante el proceso de producción. Con los modos de producción se pueden entender las diferentes formas como se ha organizado el hombre para satisfacer sus necesidades a través del tiempo (17).

El estudio de la economía se divide en dos partes. Por un lado, la microeconomía, la cual se encarga de estudiar el comportamiento de las acciones de los agentes económicos (empresas y consumidores); busca sistematizar una explicación teórica de cómo se determinan los precios y cantidades de los bienes producidos. Se enfoca en el análisis del consumidor y del productor desde un punto de vista individual y analiza aspectos como el nivel de precios, la asignación de recursos, los salarios, la oferta y la demanda, etc. (17). Por otro lado, la macroeconomía analiza el funcionamiento económico de un país como un todo, incluyendo su relación con el resto del mundo. Permite conocer el funcionamiento y desarrollo de los diferentes sectores económicos, así como el de la economía en su conjunto, para comprender el grado de crecimiento y desarrollo de los mismos. La macroeconomía se integra por cuatro entes económicos: las familias, las empresas, el gobierno y el resto del mundo. Estos agentes económicos actúan entre sí de diversas formas y se conforman dentro de los sectores económicos y sociales (17).

La relación cambiante entre los aspectos socioeconómicos y el VIH/SIDA debe ser vista en el contexto de los cambios macroeconómicos profundos. Un ejemplo claro es que la economía de Zimbabwe ha estado en declive severo desde 1997. Durante el período 1997-2005, el producto interno bruto (PIB) se redujo en más del 30% (5); entendiendo PIB como el valor en dinero de los bienes y servicios finales producidos por la economía, es decir, la medida de la actividad económica de un país. Un ejemplo sería que, si el PIB crece, quiere decir que hay más producción y para producir más, se necesitan más empleos (17).

Por lo anterior, el objetivo del artículo es describir el impacto generado por la pandemia del VIH/SIDA en el aspecto macroeconómico de países y/o regiones del mundo, a partir de la literatura científica internacional publicada durante el período 1990–2013. Identificando los aspectos macroeconómicos reportados por la literatura científica internacional relacionados con la pandemia del VIH/SIDA, clasificados de acuerdo con la frecuencia de mención. Las revisiones de la literatura sobre la asociación entre situación socioeconómica y la infección por VIH/SIDA indican que solo unos pocos estudios han encontrado una asociación negativa, mientras que la mayoría han encontrado una asociación positiva (6).

Materiales y métodos

La hermenéutica es la ciencia de interpretación del lenguaje de los autores, provee los medios para alcanzar la interpretación de los datos, siempre con la pretensión de llegar a la verdad, evitando todo sesgo en el análisis. Plantea resultados y formula hipótesis, da por sentado el hecho que existen diversas modalidades de pensamiento, así como formas de expresión. Tiene por objeto hacer desaparecer las probables diferencias que puedan existir entre un escritor y sus lectores, de modo que los lectores puedan comprender con exactitud. En el presente trabajo, se realizó un estudio hermenéutico sobre fuentes secundarias de información como artículos científicos, bases de datos de organismos internacionales u organizaciones de la sociedad civil (Banco mundial, CIA, organización mundial del comercio, OMS) y bases de datos a las que tienen acceso los miembros de la Universidad Nacional de Colombia. Se realizó una búsqueda bibliográfica amplia en bases de datos y revistas electrónicas como *PubMed*, *Jstor*, *ScienceDirect*, *Medline*. Se hizo un análisis de la información para identificar el impacto macroeconómico generado por la pandemia del VIH/SIDA.

Los criterios de inclusión se basaron en artículos con palabras clave que mostraran si el desarrollo económico de un país se veía afectado o beneficiado por la pandemia del VIH/SIDA. Como criterio de exclusión se tuvo artículos que hablaban de microeconomía. No se tuvo como criterio de exclusión la fecha de publicación de los artículos puesto que la bibliografía existente es muy poca. Se encontraron tres artículos que hablan sobre cómo el VIH/SIDA afecta el agro; dos artículos que hablan del VIH/SIDA y su relación con la terapia antirretroviral; cinco artículos que hablan de la orfandad causada por el VIH/SIDA; trece artículos que relacionan el VIH/SIDA con macroeconomía; tres artículos que evidencian el impacto VIH/SIDA en el sistema de salud, dos artículos que hablan de cómo el VIH/SIDA causa grandes migraciones y, finalmente, seis artículos que muestran la caída del PIB a causa del VIH/SIDA.

Los resultados obtenidos se agruparon en las categorías: Efectos demográficos (años de vida potencialmente perdidos, reducción de la oferta de trabajo y reducción de la productividad laboral); Efectos del VIH/SIDA en el sector de la salud (Impacto del VIH/SIDA sobre la pobreza y la desigualdad); Dimensión fiscal del VIH (aumento en el gasto público, aumento de la deuda externa y disminución del PIB). En cada categoría se ordenaron los países del más al menos afectado por la pandemia, esto evidenció una concentración en los países africanos. Al final de cada categoría se dejaron los países fuera de África.

Resultados

Efectos Demográficos

La demografía estudia las poblaciones humanas desde el punto de vista de la evolución en el transcurso del tiempo y los procesos complejos por los que se modifica la dimensión, estructura y distribución geográfica de las poblaciones. Dichos procesos son diversos, pero entre los encontrados tenemos la sobrevivencia de la población, migración, manutención de la población, fecundidad y mortalidad infantil (17).

Los resultados encontrados de proceso de sobrevivencia en EE.UU permiten estimar que el aumento de la esperanza de vida entre 1970 y 2000 contribuyó con el aumento adicional de 3,2 billones de dólares por año a la economía nacional. De hecho, la mitad del crecimiento económico global en EE.UU durante el siglo pasado se puede atribuir a las mejoras en la salud, ya que cada año adicional de educación alcanzado por los estadounidenses se debe a haber mejorado el acceso a la salud. Un salario inicial determinado aumentaba un 15% para el siguiente año y hasta el 30% en los siguientes años. En los países pobres, un aumento del 40% en la esperanza de vida se asocia con un aumento del 1,4% en el PIB *per cápita*, esto significa que hay más dinero para invertir en el bienestar de cada individuo, pero los impactos de desnutrición mundiales afectan el PIB negativamente hasta en un 4,7% (18).

El proceso de migración demográfica, históricamente, es impulsado por la pobreza, lo cual causa que los hogares de los migrantes se encuentren en alto riesgo de contraer VIH/SIDA, pues, comúnmente, los ancianos y los niños son los únicos que se quedan en los hogares cuando el jefe de la familia migra a las grandes ciudades. Un estudio en Senegal muestra un vínculo irrefutable estableciendo que del 27% de los migrantes, el 11,3% de sus cónyuges tenía VIH/SIDA, en comparación con una tasa de 1% respecto a los hombres de un pueblo vecino que no migraba. Este también ha sido el caso de México, Ecuador, Ghana y Nigeria (18).

A su vez, las grandes migraciones en busca de nuevas oportunidades de empleo, un mejor porvenir y bienestar han aumentado el comportamiento sexual de alto riesgo, ya que la población rural tiene menos recursos educativos para enfrentar la pandemia; por esto, al viajar a las grandes ciudades donde la prevalencia del VIH/SIDA es muy alta, combinada con el desconocimiento de cómo protegerse del virus y ante la necesidad de satisfacer sus deseos sexuales, indistintamente de su estado civil u orientación sexual, o ante la necesidad de intercambiar sexo por dinero, el individuo migrante tiene altas posibilidades de infectarse con VIH/SIDA. Lo anterior se vuelve dramático cuando el migrante vuelve a su ciudad de origen y tiene relaciones sexuales no protegidas (común en los países pobres por determinantes socioculturales y educativos) con su pareja o con trabajadoras o trabajadores sexuales, creando un ambiente propicio para la propagación de la pandemia (19).

En el proceso de manutención demográfica, la pandemia ha creado una alta mortalidad en adultos jóvenes y deja a millones de niños y de ancianos a cargo de la manutención de los hogares. Por un lado, los ancianos pasan a ser cuidadores de sus hijos enfermos por VIH/SIDA en edad productiva, lo cual impide que al estar viejos puedan disfrutar de una vejez tranquila, los obliga a seguir trabajando para alimentar y cubrir los gastos en salud, no solo de sus hijos enfermos sino también de sus nietos. De otro parte, los niños huérfanos tienen que abandonar la escuela para trabajar y ayudar con la manutención propia y de los demás individuos incapacitados para trabajar. Además, se observa que estos niños y ancianos presentan un índice de masa corporal más bajo en comparación con los niños y ancianos que no tienen a su cargo enfermos por VIH/SIDA (20).

La mortalidad infantil aumenta su prevalencia a causa del VIH/SIDA por múltiples vías diferentes a la transmisión vertical, tales como: la reducción de la capacidad de ingresos de los padres, el costo del tratamiento antirretroviral y el empobrecimiento de los niños huérfanos, que tienen efectos directos sobre el bienestar de los mismos. De igual forma los efectos indirectos, como el agotamiento de los recursos (enfermedad y la muerte de

los trabajadores de la salud y maestros) y la desviación de recursos de atención sanitaria infantil, amenaza constantemente con hundir a los huérfanos, que representan la fuerza de trabajo del futuro en el círculo vicioso de la pobreza (21).

En el proceso de fecundidad, la inequidad de género promueve el avance de la pandemia del VIH/SIDA. Estudios anteriores indicaron que, aunque las mujeres pobres suelen ser conscientes del VIH/SIDA (22), no tienen otra alternativa para ganar dinero diferente a la prostitución, pues no pueden heredar la tierra, no son bien remuneradas en una cultura patriarcal, no tienen voz ni voto, no tienen derecho a decidir sobre su cuerpo, entre otros factores socioculturales a los que están sometidas. Por lo tanto, el medio de supervivencia encontrado (prostitución) es, en realidad, una forma de muerte prematura debido al alto riesgo de contraer el VIH/SIDA; a su vez, son juzgadas, rechazadas y recriminadas por verse obligadas a tomar esta opción para generar ingresos (23).

Años de vida potencialmente perdidos

En el Capitalismo, cada individuo puede vender su fuerza de trabajo para impulsar el motor del sistema económico, los adelantos científicos y vencer las barreras de acceso en salud, la promoción y prevención han causado un aumento en la expectativa de vida, un indicador fundamental en Economía porque estima cuantos años un individuo aportará al sistema económico, debido a que la fuerza de trabajo se transforma en dinero para adquirir bienes y servicios, y así, el sistema sigue funcionando; asimismo, la expectativa de vida es un indicador determinante para calcular los años de vida potencialmente perdidos, los cuales ilustran la pérdida que sufre la sociedad como consecuencia de la muerte de personas jóvenes o de defunciones prematuras (17).

Suazilandia es considerado el país con la mayor prevalencia del VIH/SIDA en el mundo, se estima que el 26% de la población es VIH positivo; como consecuencia la mortalidad en Suazilandia pasó de 0,9% en 1990 y 1995 a 1,6% en 2005 y 2010. Así, la probabilidad que un recién nacido alcance los 50 años se redujo alrededor del 80% (24). En provincias meridionales y centrales de Mozambique se esperaba que la expectativa de vida para 2010 disminuyera alrededor de los 36 años en comparación con la proyección de un estudio de llegar alcanzar los 50 años en ausencia de la pandemia (25). Contrastado con Zimbabue donde en 1980 la expectativa de vida era de 56 a 64 años cayendo a 38 años en 2004 (26).

Botsuana es considerado el segundo país con mayor prevalencia de VIH/SIDA en el mundo. Según ONUSIDA, en 2008 la prevalencia entre la población de las edades 15 a 49 fue del 23,9% y 300.000 personas vivían con VIH/SIDA. Como consecuencia, la expectativa de vida al nacer se redujo de 64 años en 1990 a 51 años en 2000 y la probabilidad de alcanzar los 50 años se ha reducido a 55% (24). Comparado con otro estudio, el cual muestra que en Botsuana la expectativa de vida alcanzó los 65 años entre 1990 y 1995, se redujo a 56 años entre 1995 y 2000, y actualmente es de aproximadamente 40 años como resultado de la mortalidad por VIH/SIDA. Dentro de pocos años comenzará a disminuir la población, las proyecciones indican que para 2025 habrá un grave déficit de habitantes en edad de trabajar (27).

La mortalidad ha aumentado considerablemente en los países con alta prevalencia de VIH/SIDA, en un decenio ha llegado a niveles sin precedentes desde el decenio de 1950 a 1960.

En los 38 países africanos más afectados, en 2020 y 2025 se habrán perdido casi 10 años de expectativa de vida; en los siete países de mayor prevalencia, se habrán perdido casi 30 años de expectativa de vida. Fuera de África, entre los países que se prevé que sufrirán una reducción considerable de la expectativa de vida están las Bahamas, Camboya, Haití, Myanmar y República Dominicana (27).

Treinta y ocho de los 53 países más afectados por la pandemia, es decir, tres de cada cuatro, se encuentran en el África al sur del Sáhara. Se prevé que para 2025 se producirán 100 millones de muertes adicionales a consecuencia de la pandemia de VIH/SIDA. En 2025, esos países tendrán un 14% menos de habitantes en comparación a un panorama donde no se hubiera producido la pandemia de VIH/SIDA (27). Del mismo modo, en los países del sur de África, las tasas de crecimiento de la población ya han disminuido entre un 0,6% y 1,5% en el 2000. Para el año 2010, se esperaba que las tasas de crecimiento de la población disminuyeran hasta en un 3% para los países más afectados, esto reflejó el aumento de mortalidad, la reducción de las tasas de fecundidad de las mujeres infectadas por VIH/SIDA y la reducción en las tasas de natalidad (28).

Reducción de la oferta de trabajo

El factor social y económico para una vida sostenible, y los efectos debilitantes de la enfermedad al reducir la capacidad de las personas para mantener el empleo socava los esfuerzos para reducir la pobreza y promover desarrollo, puesto que causa una baja en la productividad, aumenta los costos empresariales y repercute negativamente en la economía influyendo en la rentabilidad de las empresas. Estas, a su vez, intentan protegerse y disminuyen los gastos, lo que implica disminuir la oferta de trabajo para personas enfermas o en gran riesgo de infectarse, promoviendo el desempleo y afectando severamente el grupo poblacional entre los 15 a 24 años de edad donde se presenta el mayor número de nuevas infecciones; estos jóvenes son la fuerza de trabajo actual y del futuro, por lo tanto, el VIH/SIDA se ha convertido en una cuestión fundamental para todas las empresas en el mundo de hoy (29).

Esta afirmación puede que subestime el impacto de la pandemia en la producción, debido a que la sustitución de mano de obra calificada es lenta y costosa, y el trabajo no se pueden cambiar simplemente de un sector a otro (de la agricultura a la salud) en respuesta a la escasez de habilidades (30). Esto ha llevado a realizar estudios, los cuales muestran que la reducción en la productividad de Lesoto y Sudáfrica desde 1994 a 2002 fue de un 23% y un 15% respectivamente (31). En 1992 se evaluó el impacto en la economía de Camerún y los cambios en la composición de habilidades de la fuerza de trabajo resultante de la pandemia VIH/SIDA. Se concluyó que la reducción de la disponibilidad de mano de obra calificada aminoraría las tasas de crecimiento de alrededor del 50% y la inversión en un 75%, mientras que las importaciones de alimentos y otros productos básicos se incrementarían, y las exportaciones de productos manufacturados declinarían (32).

Sector primario

Este sector comprende actividades que obtienen materias primas como la agricultura, la ganadería, la pesca, la minería, entre otras (17). Hay una enorme cantidad de bibliografía

sobre la pobreza y el VIH/SIDA, sin embargo, los estudios que explican las consecuencias económicas a largo plazo del impacto del VIH/SIDA en el sector agrícola son casi inexistentes (22).

En Namibia, el porcentaje de pérdida de mano de obra en el año 2000 fue de 3% mientras que la pérdida estimada en 2020 será de 26% (22). El VIH/SIDA tiene efectos devastadores en la producción agrícola y en la viabilidad económica de los pequeños productores agrícolas y las empresas agrícolas comerciales. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha determinado que, en los 10 países africanos más afectados por el VIH/SIDA, la mano de obra agrícola se habrá reducido entre 10% y 26% para el 2020. Se calcula que en Botsuana, Mozambique, Namibia y Zimbabue se perderá por lo menos la quinta parte de los trabajadores agrícolas. Una encuesta realizada en Zimbabue determinó que, en los hogares de las zonas rurales afectados por el VIH/SIDA, la producción agrícola se ha reducido en casi un 50% (27).

Los datos estadísticos y económicos nacionales de la mayoría de países de África revelaron que la economía de estos países es predominantemente agrícola y que este sector es un importante contribuyente al PIB de cada país. Dichos estudios indican que este sector aporta aproximadamente el 80% al PIB anualmente y proporciona empleo a cerca del 80% de la población. Se ha evidenciado una mayor prevalencia de pobreza en los hogares donde se ha tomado la agricultura como un medio de vida sin ningún otro medio de ingreso. En la mayoría de los países de África, la actividad agrícola depende de la mano de obra y los estudios han demostrado que la oferta de trabajo en agricultura está reduciendo gradualmente a causa del VIH/SIDA, el cual ya es endémico en estos países (22).

De acuerdo con las estimaciones mundiales, 25.5 millones de trabajadores agrícolas murieron de VIH/SIDA desde 1985 a 2006, y más de 16 millones morirán en 2020. La mayoría de la población en los países más afectados por VIH/SIDA viven en las zonas rurales; la agricultura y los oficios relacionados proporcionan un medio de vida para más del 70% de la población, por lo tanto, era de esperar que la pandemia de VIH/SIDA causara graves daños en el sector agrícola. La evidencia ha demostrado que el VIH/SIDA ya no se limita a las ciudades, ahora se está extendiendo a una velocidad alarmante en las zonas rurales y afecta a la población agrícola, especialmente en sus años más productivos de 15 a 45 (22).

Sector cuaternario

Es el aspecto intelectual de la economía, el cual incluye: la educación, la formación, el desarrollo de la tecnología, e investigación y desarrollo. Es el proceso que permite a los empresarios para innovar mejores procesos de fabricación y mejorar la calidad de los servicios ofrecidos en la economía. Sin este crecimiento de la tecnología y la información, el desarrollo económico sería lento o inexistente (17).

En Mozambique, el análisis de una encuesta de hogares en 1997 evidenció que cursar la primaria completa genera una mayor fuente de ingresos, tanto en zonas rurales como urbanas. Los hogares con al menos un miembro que ha completado la primaria tienen mayores niveles de ingreso *per cápita*, esto consta en una serie de estudios sobre la rentabilidad de la educación (25). Es decir, a mayor nivel educativo mayor es el poder adquisitivo, esto permite tener un mayor ingreso *per cápita* y alejarse un poco de la línea de

la pobreza. A medida que avanza la pandemia del VIH/SIDA, los padres se enferman y mueren, la necesidad de que los niños trabajen se hará más urgente. En una revisión por ONUSIDA en 1999 se mostró que sacar a los niños de la escuela es la respuesta más común de los hogares en sus esfuerzos para darle frente a la pandemia del VIH/SIDA. Además, se proyecta un gran volumen de orfandad, el cual se refleja en un gran número de niños que viven con amigos y familiares. Otro análisis de los hogares en 1997 indicó que los niños no descendientes biológicos directos del jefe del hogar tienen significativamente menos probabilidades de asistir a la escuela porque tienen que trabajar y de esta forma puedan pagar su manutención y apoyar al hogar que los acoge (25).

Las simulaciones basadas en una encuesta realizada en hogares en 1997 indicaron que, si al menos un adulto completa los estudios de primaria, el ingreso *per cápita* aumenta en un 24% y se reduce la pobreza en un 19% (23). Se evidencia, entonces, un impacto causado por el VIH/SIDA, al no permitir que los pocos niños que asisten a la escuela reciban una educación de calidad, ya que formarse como educador tarda años y la experiencia docente tarda otro tanto. Es decir que los nuevos jóvenes no están preparados para enfrentar una vida laboral, lo cual los pone en una clara situación de vulnerabilidad. Este temor se confirma en Zambia, donde, en 1998, la tasa de mortalidad por VIH/SIDA entre los educadores fue 70% superior a la tasa de mortalidad del grupo de 15 a 49 años de edad en la población general para el año 2000 (25).

Reducción de la productividad laboral

Esta varía dependiendo del estado de salud del individuo, lo cual es importante para la macroeconomía, puesto que, si los trabajadores enferman a gran escala, baja la producción con la que hacen que el sistema económico esté en constante funcionamiento (17). Para 2002, el 23% de la fuerza laboral de Sudáfrica era VIH positivo. Donde quiera que golpee la pandemia impone consecuencias sociales graves en el hombre (33). La vida familiar está gravemente perturbada, se ve cómo los adultos se vuelven menos capaces de trabajar, los costos de salud suben y los niños quedan huérfanos o se ven obligados prematuramente a trabajar. Estas consecuencias humanas y sociales de la pandemia, especialmente en África subsahariana, son cada vez más visibles (34). Además, se encuentran por un lado, los costos económicos de la pandemia, tales como el aumento de los gastos de atención de salud y reducción de la productividad laboral y, por otro lado, los costos a largo plazo, como la reducción de los niveles de la educación, la salud y el capital social, al tener que invertir el dinero destinado para estos en tratar de parar la pandemia de VIH/SIDA (35). Así como el consumo de alimentos reducido en 15% en Tanzania por las muertes de adultos por VIH/SIDA u otras causas (36).

Otro problema, relativamente susceptible de cuantificar, es la mano de obra con experiencia. En Botsuana en 2000, la edad promedio en una mina de trabajo fue de 40 años con un 60% de los trabajadores comprendidos en la franja de edad de 35 a 45 años. Sólo un 3% de los trabajadores de la mina en 2000 tenían menos de 24 años de edad. Simulaciones indican que, en 2015, aproximadamente un tercio de los mineros sería menor de 24 años y casi el 60% menor de 30 años de edad. Estos son números inquietantes, puesto que la evidencia microeconómica sugiere, que la experiencia de los trabajadores y la tutoría son importantes para el aumento del nivel y la tasa de crecimiento de la productividad (37). Un estudio mostró que la productividad de los trabajadores altamente cuali-

ficados en un escenario sin VIH/SIDA es asumido en un 4% anual. La productividad de la mano de obra calificada y no calificada aumenta entre en 3% y el 2% anual respectivamente (38).

Como las empresas dependen del dinamismo económico, el hecho de que un número creciente de trabajadores calificados en sus años más productivos sean víctimas de la enfermedad hace que las consecuencias sean graves. La fuerza de trabajo y los consumidores están siendo destruidos por el virus, por lo cual las generaciones futuras se verán afectadas por sus efectos (29). En Sudáfrica alrededor del 60% de la fuerza laboral minera tiene entre 30 y 44 años; en 15 años se prevé que esta caiga al 10% (32). Para 2020, los países infectados perderán entre el 10% a 30% de su fuerza de trabajo (39). El crecimiento de la productividad en Lesoto cae hasta en un 23% y el crecimiento de la productividad en Sudáfrica cae un 15% (31).

Efectos del VIH/SIDA en el sector de la salud

Una pandemia generalizada de VIH/SIDA es un duro golpe para el sector de la salud. Aumenta la demanda de atención médica y reduce el suministro de la atención en calidad y costos. A medida que aumenta el número de personas con VIH/SIDA, el acceso a la atención médica es más difícil y más caro para todos, incluyendo a las personas no infectadas con VIH/SIDA, y los gastos totales en salud aumentan. Esto a su vez genera un efecto a nivel intrahospitalario donde el número de pacientes infectados por el VIH/SIDA ingresados diariamente se duplica; la tasa de mortalidad de los pacientes hospitalizados sin VIH/SIDA aumentó en más de dos tercios, esto indica que las personas con enfermedades menos graves ni siquiera podían ingresar al hospital (40).

De igual forma, el dinero destinado para tratar otras enfermedades diferentes al VIH/SIDA es destinado para el tratamiento crónico de este. Así cuando ingresan pacientes con otras enfermedades no hay los recursos para brindar un primer nivel de atención de salud. Esto causa en los países más afectados una especie de amenaza biológica, ya que la población no enferma de VIH/SIDA es vulnerable a enfermarse por otros agentes (41).

Impacto del VIH/SIDA sobre la pobreza y la desigualdad

La donación de dinero por parte de los países del primer mundo a los países afectados por la pandemia del VIH/SIDA es, más que un acto social, una estrategia de cada país donante para mantener su economía por causa de la actual crisis económica, ya que, una vez realizada la donación, el país afectado tiene que invertir ese dinero en las farmacéuticas privadas del mercado local que tienen como dueños a los países del primer mundo. El dinero donado con el fin de mitigar la crisis económica del país afectado termina contribuyendo al crecimiento económico de la farmacéutica o multinacional del primer mundo (42). Así, la economía local no tiene ningún tipo de flujo porque el agro se ve afectado, las empresas no cuentan con un personal suficientemente capacitado para transformar las pocas materias primas, el desempleo en personas infectadas crece exponencialmente y el poco dinero donado no es destinado a mitigar la pobreza.

En Sudáfrica, el desempleo en la población en edad productiva a finales de 2007 era del 23%; la incorporación de los trabajadores enfermos hace aumentar la tasa de desempleo

a 36%. Si bien la tasa oficial parece mejorar con respecto al año anterior, la cifra oculta el hecho de que muchas personas están cayendo fuera de la fuerza laboral. De hecho, las estadísticas anteriores a 2003 proporcionaron detalles suficientes para calcular que entre las mujeres negras y jóvenes, el desempleo alcanzó un devastador 70% a 80% en 2002 (43).

Dimensión fiscal del VIH

Se trata del estudio del crecimiento económico y el desarrollo sostenible que, junto con las políticas fiscales que establecen el presupuesto del Estado y sus componentes, estudian y establecen cómo se debe distribuir dicho dinero en los diferentes gastos del Estado como la educación, la salud, protección de la pobreza, entre otros (17). En general, se observa que los países más afectados han aumentado su gasto público desde el 2006 a 2009 para frenar la pandemia. Los costos fiscales de VIH/SIDA se presentan predominantemente en unos pocos sectores, particularmente, en la salud, la educación y el gasto social. También es instructivo relacionar el nivel de gasto con el VIH/SIDA a dichos subsectores. Debido a que la prestación de servicios de salud es un aspecto significativo de servicios públicos, si el nivel de los gastos relacionados con el VIH/SIDA es mayor en relación con el gasto en salud, esto sirve como un indicador de los problemas operacionales del aumento VIH/SIDA relacionados servicios de salud (24).

Por lo tanto, el objetivo del programa del Banco Mundial sobre las dimensiones fiscales del avance de la pandemia del VIH/SIDA es destacar y evaluar los desafíos de la política fiscal derivados de la respuesta al VIH/SIDA, además de ayudar a los países en la selección de las políticas relacionadas con el VIH/SIDA y decidir sobre la asignación de recursos de una manera sostenible. Es importante reconocer que los países afectados por la pandemia son diversos no solo en la prevalencia, sino en su contexto económico, pero, claramente, los menos desarrollados son los más afectados (24). El análisis de la dimensión fiscal del VIH/SIDA combina tres elementos:

1. Las estimaciones y proyecciones de la situación de la pandemia.
2. Las estimaciones y proyecciones de los costos fiscales de VIH/SIDA.
3. Un modelo y los supuestos que describen el contexto macroeconómico y fiscal.

Aumento en el gasto público

El gasto público es el total de gastos realizados en el sector público con el fin de satisfacer las necesidades colectivas (17). La pandemia de VIH/SIDA causa un fuerte impacto en el gasto público destinado a la salud, el cual aumenta en los países que ofrecen subsidios para el cuidado de la salud. Los gobiernos son presionados para aumentar su participación en el gasto en atención de la salud y proporcionar subsidios especiales para el tratamiento del VIH/SIDA. Desafortunadamente, debido a la escasez de recursos y la incapacidad o falta de voluntad de los gobiernos para aumentar el gasto en salud pública, cualquiera de estas acciones puede exacerbar el impacto de la pandemia en el sector de la salud (37).

En Botsuana, el gasto relacionado con el VIH/SIDA aumentó de 1,9% del PIB en 2003, al 2,6% del PIB en 2008, esto corresponde a un aumento nominal de 150 millones a 348 millones de dólares. Gran parte del aumento en el gasto relacionado con el VIH/SIDA ha sido posible gracias al apoyo externo, pasando de un 0,1% del PIB al 0,8% del PIB y de 12 millones a 112 millones de dólares en términos absolutos (24).

En Sudáfrica, el gasto público en salud se ha mantenido muy constante en relación con el PIB desde 1995 en torno al 3% del PIB, pese a que el impacto del VIH/SIDA ha aumentado. A primera vista, esto podría sugerir que la expansión de los servicios de VIH/SIDA ha dado lugar a una reasignación de otros tipos de servicios de salud (44); sin embargo, como el PIB creció rápidamente durante este período, los costos del VIH/SIDA representaban solo una cuarta parte del aumento del gasto en salud desde el año 2000. En el presupuesto nacional, se apartaron 181 millones del año 2000 a 2001 y 8 mil millones de dólares de 2009 a 2010, donde se espera un aumento de 25 millones a 473 millones de 2012 a 2013. Para evitar que la pandemia aumente por vía de transmisión sexual. Sudáfrica ha establecido un extenso sistema público de seguridad social, que representa el 12% del gasto público total (3,5% del PIB) en 2009 y 2010 (24).

En Suazilandia, el gasto público se reducirá a poco menos de 30% del PIB frente a un máximo de 40% en 2008 y 2009, a pesar de que la deuda pública proyecta un aumento del 15% a un 50% del PIB y se estabilice en este nivel. De 1995 a 2002, el gasto total en salud estaba por debajo del 4% del PIB y el gasto en salud pública representó cerca de la mitad. Desde 2002, el gasto en salud pública se aceleró del 2% del PIB al 3,8% del PIB en 2008. En relación con el gasto público, la participación del gasto público en salud aumentó de 6,5% en 2002 a 8,5% en 2008. Según cifras de 2010 y 2011, el aumento de presupuesto público para la salud continuó hasta 2011, alcanzando un 4,7% del PIB y el 12,5% de los gastos del gobierno. El apoyo externo aumentó del 2% del gasto total en salud en 2002 a 10% en 2008 y el equivalente a 18% de los gastos en salud pública (24).

Con base en las proyecciones epidemiológicas y los objetivos del Marco Estratégico Nacional, se estima que había 4,4% del PIB en 2010 de los costos del programa de VIH/SIDA, y que se elevará al 6,8% del PIB en 2020, disminuyendo lentamente a 6,5% del PIB en 2030. El componente más importante de los costos es "atención y tratamiento", que se duplicará de 1,4% del PIB en 2010 a 2,8% del PIB en 2020. Estos costos estimados son muy grandes desde una perspectiva fiscal o macroeconómica, sobre todo porque los recursos fiscales se están reduciendo. Como consecuencia, se prevé que los costos fiscales de VIH/SIDA aumenten a más del 30% de los gastos corrientes (24).

Aumento de la deuda externa

La deuda externa es la suma de las deudas que tiene un país con entidades extranjeras, se compone de deuda pública (la contraída por el Estado) y deuda privada (la contraída por empresas y particulares) (17). En este sentido, la financiación externa representa más del 90% del gasto contra la lucha del VIH/SIDA en Malawi, Mozambique, Tanzania y Zambia (24). En general, Estados Unidos que es el mayor contribuyente a los programas de VIH/SIDA; Europa y Reino Unido a través del Plan de emergencia para mitigar el impacto del VIH/SIDA han experimentado una fuerte caída en el crecimiento económico, aunque el descenso es algo menos pronunciado que para los países menos desarrollados (cerca

de 5 puntos porcentuales, en lugar de 7 puntos porcentuales), pero la recuperación se produce con mayor rapidez (24).

Para Estados Unidos, el mayor contribuyente, el equilibrio fiscal se deteriora vertiginosamente y permanece en déficit para los próximos años, el déficit fiscal estimado para 2009 fue el más alto registrado desde el fin de la Segunda Guerra Mundial a causa de las donaciones y de enfrentar el VIH/SIDA. Como resultado, la deuda pública en los Estados Unidos se duplicó en relación con el PIB entre 2007 y 2015 del 42% y el 86% del PIB (24).

Disminución del PIB

Las estimaciones cuantitativas a principios de 1990 fueron comprometidas por la falta de datos adecuados y por lo tanto sometidas a un modelo de crecimiento calibrado, es decir, se introdujeron datos en el estudio simulando un escenario más realista de la prevalencia e incidencia del VIH/SIDA y así obtener estimaciones de los efectos macroeconómicos de la pandemia. Todos los estudios conocidos de este tipo han examinado el impacto del VIH/SIDA en los países individualmente (45). Se estimó que, entre 1990 y 2025, los 10 países con la pandemia más avanzada vieron una reducción en el crecimiento *per cápita* de alrededor de un tercio de un punto porcentual en comparación con un escenario sin VIH/SIDA. Del mismo modo, se indicó que entre 1985 y 2010 Malawi pudo experimentar un decrecimiento promedio del PIB real de hasta 1,5 puntos porcentuales menos, mientras que otro estudio estimó que en Tanzania el PIB *per cápita* pudo ser hasta un 10% más pequeño (35). También se concluyó que el crecimiento del PIB en Botsuana disminuyó de alrededor de 5,5 % en una tasa de 1,5 y 2,5% anual, como resultado de la pandemia y tuvo un impacto significativo en todos los sectores de producción, los hogares y los tipos de mano de obra (46).

En 1992 se realizó un estudio de regresión en 30 países del África subsahariana. Los resultados sugirieron que el VIH/SIDA pudo conducir a una caída de 0,56% a 1,08% el crecimiento anual del PIB entre 1990 y 2025 (31). El efecto sobre el PIB fue modesto en los países con menos del 5% en la tasa de infección entre los adultos o pudo resultar en pérdidas de PIB de hasta el 2% por año, donde la prevalencia era del 20% o más (39). Lo anterior se debe a que los países pobres simplemente carecían de los recursos financieros para hacer frente al VIH/SIDA y cumplir con sus metas de salud pública (21). En el 2000, Sudáfrica tuvo una disminución del 2.6% del PIB en comparación con un escenario sin VIH/SIDA (25). En este mismo año se utilizó un estudio multisectorial para examinar el impacto del VIH/SIDA en el crecimiento económico de Sudáfrica y se predijo que para el año 2010 el PIB sería un 17% menor debido a la pandemia en relación con un escenario sin VIH/SIDA (31). En 2002, Sudáfrica disminuyó su crecimiento económico entre un 2% y un 4% por el VIH/SIDA, se estimó que para el período entre el 2000 y 2015 el crecimiento económico fue entre un 0,3% y 0,4% menor en comparación con un escenario sin VIH/SIDA (26).

En 2006, en los países de África meridional (Angola, Botsuana, Burundi, Gabón, Guinea Ecuatorial, Kenia, la República del Congo, la República Democrática del Congo, Lesoto, Madagascar, Malawi, Mozambique, Namibia, Ruanda, Suazilandia, Sudáfrica, Tanzania, Uganda, Zambia, Zimbabue), se estimó que el VIH/SIDA redujo el crecimiento del PIB en un 0,4% anual y lo continuará haciendo hasta el 2020. Sin embargo, el impacto de la crisis global ha dado lugar a un deterioro de la situación fiscal y las perspectivas. El crecimiento

del PIB se redujo más del 5% en 2006 y 2007 llegando a -2% en 2009, se espera que se recupere lentamente. Mientras tanto, los ingresos públicos han caído alrededor de un 3% del PIB, y los gastos aumentaron más del 5% del PIB, por esto el balance fiscal se deterioró en hasta un -7% del PIB en 2009 y 2010 (24). Se estimó que para el 2010 el PIB *per cápita* de Sudáfrica será un 8% menos y el consumo *per cápita* un 12% menos en comparación con un escenario sin VIH/SIDA (32).

En Sudáfrica, la balance fiscal se deterioró de un *superávit* del 1,7% del PIB en 2007 y 2008 a un déficit del 7,3% del PIB en 2009 y 2010, y la deuda pública se previó que aumentaría de un 28% del PIB en 2007 y 2008 al 43% del PIB en 2012 y 2013 (24). Para 2010, el PIB de Sudáfrica fue 17% menor en relación a un escenario sin la pandemia (26), en comparación con el PIB de Lesoto que en 2010 se redujo entre un 2,4% a un 4% con la enfermedad, y en 2015 se estimó una reducción entre 1,3% hasta un 4,0% (31). En Sudáfrica el PIB *per cápita* es 10% más pequeño debido a la enfermedad. Dentro de dos generaciones, el PIB de Lesoto se prevé que sea un 35% menor en comparación con el escenario sin VIH/SIDA. Sudáfrica prevé que tendrá un PIB *per cápita* un 30% más pequeño (31).

En Botsuana, las finanzas públicas dependen en gran medida de los ingresos procedentes del sector de la minería, que ha sido gravemente afectada por una caída en la demanda de diamantes. Como consecuencia, el índice de participación preliminar de presupuesto para el año fiscal 2009 y 2010 fue un déficit del 16% del PIB, proyectado para recuperarse de forma gradual durante el próximo par de años (24). Para 2015 las economías de Botsuana y Suazilandia caerán 2,5% y 1,1% en comparación con un escenario sin VIH/SIDA (26).

En Mozambique, el análisis indica que los casos de VIH/SIDA y muertes podrían tener grandes repercusiones económicas. En una proyección de 2010, las tasas de crecimiento *per cápita* del PIB anual fueron de 0,3% y 1,0% menor que en un escenario sin VIH/SIDA. Las principales causas de esta desaceleración del crecimiento son: la reducción del crecimiento de la productividad, el crecimiento poblacional reducido y la acumulación de capital humano, y la reducción de la acumulación de capital físico. Los tres efectos son significativos, aunque el efecto de la productividad es el más fuerte (25).

Para el período entre 1985 y 2010, el PIB promedio anual el crecimiento se reduciría en 1,1 puntos porcentuales en Tanzania y 1,5 puntos porcentuales en Malawi. Además, se estimó que los costos del tratamiento del VIH/SIDA se debieron cubrir totalmente con el ahorro de cada individuo; la pandemia de VIH/SIDA redujo el PIB *per cápita* el crecimiento en 0,3 puntos porcentuales y 0,1 puntos porcentuales en Malawi y Tanzania, respectivamente (28). Mientras que, en Nigeria para el período 1985 - 2010, el modelo sugiere que un aumento en la tasa de prevalencia de VIH/SIDA del 1% en promedio lleva a que el PIB disminuya hasta alcanzar un - 2.19% (28).

En 1992 en Camerún, la aplicación de un modelo concluye que, en el período 1986 y 1991, la pérdida de un trabajador urbano tuvo siete veces más un impacto negativo en la producción que la pérdida de un trabajador rural, y que la tasa de crecimiento del PIB se redujo en un 1,9% por año (28). En contraste con el crecimiento económico en Suazilandia que ha sido decepcionante en los últimos años, con un crecimiento medio del PIB de sólo 2,2% entre el 2000 y 2010, y el crecimiento del PIB *per cápita* de 1.9% durante el mismo período. En Tanzania, el PIB podría caer entre un 15% y 25%, debido a la pandemia (39).

Fuera de África el panorama no es muy alentador, puesto que aunque es en África donde se concentra la pandemia, el resto del mundo ya empezó a sentir los efectos económicos del impacto del VIH/SIDA. En el año 2006, el Banco Mundial estimó que Rusia puede bajar un 4% de su PIB a finales de esta década debido a la rápida propagación de la enfermedad. El VIH/SIDA ataca cada vez más la mano de obra Rusa, incluidos los sectores de importancia estratégica, como la minería, el petróleo, la fábrica e industria (29). De igual forma para 2005 el PIB de Jamaica y Trinidad y Tobago cayó en un 5% a causa de la pandemia del VIH/SIDA (26).

Discusión

En los efectos demográficos, se muestra cómo la esperanza de vida de los EE.UU mejoró considerablemente al disminuir las barreras de acceso al sistema de salud, la población estaba más sana para estudiar y trabajar y por ende la economía nacional subió. Este indicador comprueba que garantizar salud y educación a todos los individuos mejoraría la economía mundial y disminuiría las migraciones en busca de mejores condiciones de vida, las cuales, como ocurre en África, son impulsadas para evitar la pobreza (agudizada en este continente por la pandemia). Este proceso tiene una relación directa con la manutención de la población, puesto que, después de una migración masiva, los adultos mayores y los niños son los encargados de sostener el hogar aumentando los índices de desnutrición de toda la población. Esta desnutrición aumenta los índices de mortalidad infantil principalmente y de adultos en edad productiva, debido a que enfrentar el VIH/SIDA junto con la desnutrición se hace más difícil para el cuerpo. Dicha situación deja a las mujeres jóvenes en un estado de vulnerabilidad que las conduce a la prostitución, haciéndolas más vulnerables a contraer VIH/SIDA y tener hijos infectados.

En el modelo patriarcal africano, la fertilidad es vista como una demostración de masculinidad y virilidad de los hombres, además, la procreación es valorada en la sociedad porque cada individuo es considerado una potencial fuerza de trabajo, así tenga una corta expectativa de vida. Por lo tanto, hombres y mujeres se niegan a usar condones. Es importante tener en cuenta los factores demográficos propios de cada región, ya que estos influyen en el desarrollo y comportamiento del VIH/SIDA y en general de cualquier enfermedad. Así, el VIH/SIDA afectará a las poblaciones de forma diferente pero, comúnmente, afectará más a los adultos jóvenes en edades productivas; los cuales, a gran escala, impactarán la macroeconomía, al estarse reduciendo drásticamente la fuerza de trabajo actual y del futuro.

La pérdida en la expectativa de vida en Suazilandia hace que la probabilidad de que un recién nacido alcance los 50 años se haya reducido de alrededor del 80% para el 2010; en Botsuana, la probabilidad de alcanzar los 50 años se ha reducido a 55% para el 2000; y en los siete países de mayor prevalencia se habrán perdido casi 30 años de esperanza de vida para 2025. Esto evidencia que las tasas de crecimiento poblacional se están viendo afectadas por la pandemia y las pirámides poblacionales se están invirtiendo dejando adultos mayores como grueso de las poblaciones, seguido de los niños huérfanos. Aunque la reducción de la esperanza de vida en los países africanos es severa, los resultados nos muestran que la esperanza de vida no es significativamente mayor a un escenario sin VIH/SIDA, lo cual indica que aun sin la pandemia, el hambre, la desigualdad social, las barre-

ras de acceso a la salud y educación –producto del capitalismo– hace que los individuos mueran a edades tempranas.

La reducción de la oferta de trabajo se debe a que los conocimientos, la educación, la experiencia no se transmiten en corto tiempo; así, la muerte de docentes, personal de salud, técnicos y técnicos profesionales, causan un impacto contundente en las empresas porque, aunque existan vacantes, no habrá personal capacitado que pueda desempeñar las actividades requeridas. Con esto se entiende que la pandemia ha aumentado la oferta de empleo y al mismo tiempo el desempleo, ya que las personas que podrían trabajar, no pueden hacerlo por no tener los conocimientos necesarios, viéndose obligados a entrar en la informalidad para sobrevivir o no trabajar y vivir de la caridad.

Los efectos económicos de la enfermedad se observan en el constante aumento de las ausencias de los trabajadores en sus puestos de trabajo, el aumento de la rotación de personal en corto tiempo por un mismo puesto laboral, el aumento de la contratación y los costos de formación; así como en el aumento de la atención médica, la cobertura de los seguros, fondos de pensiones y las cuotas de los gastos fúnebres. El VIH/SIDA causa que la productividad caiga, aumenta los costos empresariales y repercute negativamente en la economía influyendo en la rentabilidad de las empresas. El VIH/SIDA no solo es una catástrofe humana, también es una amenaza para el desarrollo de las empresas y macroeconómicamente para el desarrollo de cada país (29).

En el sector primario de la economía, la mayoría de países de África tienen una economía agrícola, este sector es un importante contribuyente al PIB de cada país, aportando cerca del 80% al PIB anualmente y proporciona empleo a cerca del 80% de la población (22). La FAO determinó que, en los diez países africanos más afectados por el VIH/SIDA, la mano de obra agrícola se reducirá entre 10% y 26% para el 2020 (27). Al afectarse el agro a gran escala, se afecta la macroeconomía de cada país, pues no tienen materia prima disponible para vender a los países del primer mundo. Se evidencia que, desde los primeros sectores de la economía, el VIH/SIDA causa desastres que amenazan con hundir a los países en la pobreza extrema. No se encontró información relacionada con el sector secundario y terciario de la economía. Y en el sector cuaternario, la muerte de maestros y de profesionales en las diferentes áreas causa como efecto en la macroeconomía de cada país el estancamiento de la investigación, el retraso tecnológico y el retraso en el desarrollo económico, puesto que la formación profesional requiere tiempo y recursos para lograr un profesional con experiencia y suficiencia en conocimientos. Al comparar este tiempo con la creciente mortalidad por VIH/SIDA en maestros y profesionales, se evidencia que es imposible recuperar profesionales bien formados que ejerzan el desarrollo intelectual e investigativo del sector empresarial, lo cual crea un estancamiento económico en los países afectados.

Las razones principales por las cuales hay una considerable reducción de la productividad laboral en relación a la pandemia del VIH/SIDA son: la interrupción de las actividades productivas a causa del VIH/SIDA, la morbilidad y la mortalidad relacionadas en todos los niveles de la fuerza de trabajo, la interrupción e ineficiencia en la prestación de servicios claves por parte del gobierno, una fuerza de trabajo inexperto y joven con significativamente menos oportunidad para el entrenamiento para el trabajo, una disminución generalizada en el estado de salud de la población, (incluso los no afectados por el virus) y la

reducción de los incentivos para la inversión en la formación debido a la reducción en la expectativa de vida.

En la categoría Efectos del VIH/SIDA en el sector de la salud, la alta prevalencia de VIH/SIDA y el aumento de la incidencia en los países más vulnerables hace que el VIH/SIDA pase a ser el principal objetivo de la salud pública. Lo cual hace necesario destinar mayor presupuesto a prevenir y tratar la enfermedad y causa una desprotección a otros programas de igual importancia como erradicación de la tuberculosis y lepra, mortalidad en neonatos y maternas, agua potable, infecciones respiratorias, entre otros. Por tal motivo, se genera una crisis en el sistema de salud al no poder cubrir los programas que le permitan a la población disfrutar las condiciones mínimas en salud. El hecho de que disminuya en solo un 1% de prevalencia del VIH/SIDA o el 10% en mortalidad por tuberculosis (evitando así la mortalidad infantil o de adultos en edad productiva) da los mismos resultados que aumentar en 40% el PIB. Esto corresponde a por lo menos una década de crecimiento económico en los países de bajos ingresos o en vía de desarrollo (21).

El Impacto del VIH/SIDA sobre la pobreza y la desigualdad fue reconocido por Sir Edwin Chadwick cuando argumentó que la inversión en saneamiento reduciría las pérdidas económicas creadas por la muerte temprana de niños pobres. El capital humano puede ser pensado como una función del tiempo productivo; se ha demostrado que los beneficios económicos de una buena salud en el individuo igualan o superan los beneficios de un aumento en la educación y en el trabajo empírico de formación. Es importante destacar que, para muchas personas pobres, su único bien para la productividad económica es su cuerpo y el *shock* económico asociado con la enfermedad puede conducir a la miseria (18).

La dimensión fiscal del VIH se ve afectada en los países, pues la crisis económica mundial hace que los países donantes aumenten su deuda para seguir financiando la lucha contra el VIH/SIDA, sin embargo, en momentos de austeridad dejan de donar para evitar una crisis fiscal, lo cual provoca la crisis fiscal de los países afectados. En general, se observa que los países africanos más afectados han aumentado su gasto público del año 2006 al 2009 para frenar la pandemia. El mayor componente de los costos fiscales de VIH/SIDA y del factor que domina el aumento de los costos es la atención y el tratamiento, lo cual lleva de 1,3 mil millones a 2,5 mil millones en 2010, esto refleja el creciente número de las personas que reciben tratamiento, pasando de 119.000 en 2010 a 168.000 en 2030 (24).

El aumento del gasto público en cada país muchas veces no es suficiente, se hace necesario contar con las donaciones, las cuales representan alrededor de la mitad de los costos de los programas de VIH/SIDA en la región. Este porcentaje oscila entre el 20% en Sudáfrica y el 98% en Malawi. Los tres países que afrontan la mayor carga del financiamiento interno son los mismos países con los niveles más altos de prevalencia del VIH/SIDA (Botsuana, Lesoto y Suazilandia). Por lo tanto, la respuesta internacional al VIH/SIDA ha proporcionado un seguro parcial a los países con altos niveles de gasto público invertido en apoyo a programas contra el VIH/SIDA (24).

La deuda externa aumenta no solo por los préstamos que hacen los países afectados al FMI (Fondo Monetario Internacional), sino también por las cláusulas mal intencionadas por parte de los países prestantes. En 1991, Zimbabue recibió un préstamo de 484,000 millones de dólares condicionados a un ajuste estructural de su economía cuyas exigencias incluían: la reducción del gasto público, la desregulación del mercado financiero, la

eliminación de la recesión a las manufacturas, la reforma laboral para liberar el mercado de trabajo, bajar el salario mínimo y el generar estabilidad laboral como garantía para disminuir el déficit fiscal. Un año después, la economía de Zimbabue entró en recesión, el consumo privado *per cápita* cayó en un 37% entre 1991 y 1996 y en el mismo período los salarios disminuyeron en un 26%, el desempleo aumentó mientras que los precios de los alimentos se dispararon (47).

La economía actual es lineal y pertenece a un planeta finito. Esto genera crisis, ya que no se puede manejar un sistema lineal en un planeta finito; este sistema interactúa con sociedades, culturas, otras economías, entre otros. De esta forma el ideal de gobierno democrático de la mayoría de los países debería cumplir la función de cuidar a la población, pero a medida que han crecido las economías, el capital privado empezó a tomar decisiones en los países, haciendo a un lado el papel del Estado.

La explotación de los recursos naturales es el primer nivel de la economía, de este se obtienen las materias primas; sin embargo, este proceso está dañando el medio ambiente por la exagerada explotación. Después, los materiales entran a la producción donde son mezclados con diferentes químicos y esta reacción genera otras toxinas liberadas al ambiente. Los productos resultantes son llevados al mercado para la venta a bajos costos para que el mercado siempre se mueva; el mantener los precios bajos incluye que se baje los sueldos a los trabajadores de las fábricas, lo cual es llamado “externalizar los costos”, es decir, comprar las materias primas por separado al por mayor en varias partes del mundo y ensamblarlas en maquiladoras. De esta forma, quien en realidad paga por un producto a bajo precio son las comunidades (quienes pierden sus hogares a causa de la deforestación), los empleados a quienes se les bajan los sueldos y los niños que dejan la escuela por ingresar a trabajar.

El “consumo” es lo importante para mantener las economías, por tal motivo, los productos actuales tienen una vida útil menor para tener que comprar más y que las economías sigan fluyendo. Esta parte adquiere una gran importancia después de la crisis económica que se extiende hasta nuestros días, puesto que como solución a la crisis se plantea “hacer del consumo una forma de vida” para que la economía sea productiva y no invertir en salud o educación. Sin embargo, aunque las economías se expanden cada vez más y las oportunidades crezcan, paradójicamente, las personas se enferman más, esto se debe, principalmente, a que todo su tiempo está dedicado al trabajo. El ciudadano promedio trabaja más de lo adecuado, llega a casa y recibe mucha información de los medios de comunicación, quienes lo incentivan a comprar, esto causa que se endeude más y por tanto tenga que trabajar más. Si a esta descripción general del funcionamiento de la economía se agregan las desigualdades sociales generadas por el sistema (además de la pandemia del VIH/SIDA) y se proyecta a gran escala, se tiene el impacto macroeconómico al disminuir el PIB.

La ideología neoliberal encontró su perfecta aplicación en los programas de ajuste estructural del Banco Mundial y el FMI que han devastado a Latinoamérica, África, Asia y el Caribe durante los últimos 20 años. Caracterizados por el impulso a las privatizaciones, la austeridad fiscal, la desregulación, la liberación del mercado y el recorte del Estado, estos programas han incrementado y globalizado la pobreza, la migración, el desempleo y los contratos temporales de trabajo y han producido una polarización extrema del ingreso y de las condiciones de vida en todo el mundo en beneficio exclusivo del gran capital (47).

Todos los estudios coinciden en que la pandemia se concentra en los países más pobres y entre los sectores más empobrecidos de los países ricos, a tal punto que se pueden superponer los mapas de pobreza en el mundo con los de prevalencia del VIH/SIDA. Sin embargo, son escasos los trabajos que analicen la estrecha relación entre las causas de la realidad socioeconómica de las más afectadas y el avance hasta ahora incontenible de la pandemia durante las últimas dos décadas. Con contadas pero muy valiosas excepciones, se limitan a describir la situación sin señalar con claridad la responsabilidad fundamental que le corresponde al modelo de globalización de la economía impuesto a las naciones en los tiempos del VIH/SIDA (47).

En la medida en que se hace imposible aislar los problemas de la salud de las desigualdades sociales, se hace evidente un dilema ideológico: ¿son los enfermos los culpables de enfermedad o son producto de la desigualdad social? Desde el punto de vista ideológico, culpabilizar a las víctimas cumple la función de ocultar el papel fundamental en el contexto socioeconómico en la generación y propagación de las enfermedades y coloca la responsabilidad de la prevención y el tratamiento exclusivamente en los individuos, eludiendo de esta manera la obligación del Estado en el cuidado de la salud de la población (47).

Para un cabal entendimiento de la verdadera dimensión de la pandemia y del real alcance que pueden llegar a tener los planes de la OMS, el Banco Mundial, la administración del gobierno de los Estados Unidos y el impacto macroeconómico generado es imprescindible considerar el contexto socioeconómico mundial donde se ha gestado la pandemia del VIH/SIDA durante las últimas décadas y ubicar el debate en torno a las nuevas terapias antirretrovirales. Uno de sus aspectos principales es el hecho que hasta ahora han primado los intereses de las multinacionales farmacéuticas sobre los pacientes que suponen deben beneficiar con sus medicamentos (47).

“Inversión en salud”, propuesta de la OMS, el Banco Mundial y la administración de Estados Unidos, se define en el controversial informe sobre el desarrollo mundial de 1993 del Banco Mundial, titulado “Invertir en salud”, que se volvió una guía pionera que fomentaba las intervenciones en salud pública y atención primaria como ruta hacia la prosperidad (48). El contenido del libro, transmitía un doble significado “Invertir en mejorar la salud, la productividad económica y la pobreza; e invertir capital, especialmente capital privado, como ruta hacia la ganancia privada en el sector de la salud”. Más allá de la potencial contribución al desarrollo económico, el informe defendía las intervenciones en salud para mejorar las oportunidades de los inversionistas internacionales en países con alta carga de enfermedad que intervenían con una fuerza laboral productiva. Tal como notaron los observadores en América Latina, India y África, el informe del Banco Mundial de 1993 abrió caminos para la inversión privada, especialmente a través de programas antes administrados por el sector público (49).

Posteriormente, el informe de la comisión de Macroeconomía y Salud: “Invertir en Salud en pro del desarrollo económico”, publicado en 2001 por la OMS, resultó ser un documento particularmente influyente que pretendía definir las relaciones entre salud y economía durante los últimos años del presente imperio (último ciclo de crisis). El informe enfatizó su temática central en el principio: “Mejorar la salud y longevidad de los pobres es, en un sentido, un fin en sí mismo, una meta fundamental del desarrollo económico. Pero también es un medio para alcanzar las otras metas del desarrollo relacionadas con la

reducción de la pobreza". Por lo tanto, el objetivo de mejorar las condiciones de salud de los pobres se convirtió en un elemento clave en las estrategias para el desarrollo económico. Desde este punto de vista, reducir la carga de las infecciones endémicas que azotaban los países más pobres "VIH/SIDA", tuberculosis y malaria" incrementa la productividad de la fuerza de trabajo, facilitaría la inversión y fortalecería el desarrollo económico (49).

Al declarar que la enfermedad era un determinante principal de la pobreza, el informe exponía que las inversiones para mejorar la salud constituía una estrategia clave hacia el desarrollo económico, distanciándose de las interpretaciones previas de la pobreza como causa de la enfermedad. Por el contrario, el informe enfatizó en varios datos sobre los canales de influencia de las enfermedades en el desarrollo económico. El informe atenúa los determinantes sociales de la enfermedad, como la jerarquía de clases, las desigualdades en ingreso y riqueza, y la eliminación racial. Aunque el informe se refería a la salud como "un fin en sí mismo", el foco de la productividad económica disminuía la importancia de la salud como un derecho humano fundamental (49).

En el capitalismo los bienes no se regalan, se les venden a quienes pueden comprarlos, si alguien necesita medicinas pero no tiene dinero, no puede comprarlas y muere. Así es como funciona el capitalismo (50). Así, la muerte se vuelve sinónimo las políticas neoliberales; en el mundo fallecen miles de personas a causa de una deficiencia inmunológica causada por el virus del VIH/SIDA, que está influenciada por los determinantes sociales. Claramente, la terapia antirretroviral por sí misma no es la solución para frenar la pandemia de VIH/SIDA. Además de los medicamentos, es necesario que el ambiente donde vive el individuo sea amigable y óptimo para su desarrollo social, individual, emocional, espiritual, psicológico y biológico, en pocas palabras los determinantes sociales deben ser los adecuados para que aun, en presencia de una enfermedad crónica como el VIH/SIDA, el individuo pueda recuperarse (51).

Lamentablemente, un nuevo movimiento que genere otra opción de modelo económico no surgirá fácilmente; sin embargo, en momentos como estos (la profunda crisis estructural del sistema capitalista) cobran vigencia los discursos que desde distintos puntos de vista plantean una opción anticapitalista basado en la solidaridad, la justicia, la equidad y una verdadera democracia y ciudadanía para todas y todos, en lo que se ha denominado la construcción del socialismo del siglo XXI y al que le están apostando varios países en América Latina con promisorios resultados en particular en el campo de los indicadores sociales. Esta propuesta no es nueva, pues ya a comienzos del siglo XX, los teóricos del materialismo dialéctico, basados en la obra de Marx, Engels y Lenin, presagiaban la necesaria implementación de un modelo distinto al capitalismo, el cual buscara evitar la destrucción del planeta y de la especie humana (15).

Conclusiones

La pandemia de VIH/SIDA afecta la composición demográfica de una sociedad modificando los procesos que esta tenga para su supervivencia. Como lo mostraron los resultados, la pandemia disminuye la esperanza de vida, dado que es más difícil para cada niño llegar a la edad adulta. Aumenta las migraciones en busca de una mejor calidad de vida y, paradójicamente, volviendo más susceptibles de infectarse a los migrantes. Genera

desnutrición al dejar como encargados de los hogares a los adultos mayores y huérfanos; lo cual, a su vez, aumenta la mortalidad infantil. Finalmente, los problemáticas de género aumentan la incidencia de VIH/SIDA en las mujeres, ya que el trabajo sexual es su única fuente de ingreso y, al mismo tiempo, la principal causa de discriminación.

La pandemia del VIH/SIDA promueve la pobreza y la desigualdad porque disminuye la expectativa de vida, reduce la oferta laboral por no tener trabajadores capacitados, afecta el agro en países donde la economía es principalmente agrícola, aumenta la mortalidad en docentes y causa una reducción en la productividad laboral de los trabajadores. Estos efectos, a nivel macroeconómico, causan un retraso en el desarrollo de la economía del país, debido a que, microeconómicamente, cada individuo tiene determinantes sociales de alto riesgo (orfandad y bajo nivel educativo) que lo hacen vulnerable a la pobreza y al VIH/SIDA.

La pandemia del VIH/SIDA afecta el sector de la salud al aumentar la demanda de atención médica y reducir la atención de calidad y los costos; lo cual hace que el Estado aumente el gasto público en cada país, una medida muchas veces insuficiente, haciendo necesario aumentar la deuda externa. Con esto, “la inversión en salud” mejoró las oportunidades de los inversionistas internacionales y el objetivo de mejorar las condiciones de salud de los pobres se convirtió en un elemento clave en las estrategias para el desarrollo económico.

La solución es el nacimiento de un nuevo modelo económico, “socialismo del siglo XXI”, debido a que las consecuencias macroeconómicas no han sido propiamente por el virus del VIH/SIDA, sino por la desigualdad social generada por el capitalismo. El cual desconoce que la enfermedad actúa de manera diferente dependiendo de la determinación social del individuo, prioriza la tasa de ganancia y no invierte de forma pertinente en el sector salud y educación, sino que acumula la riqueza de forma desproporcional.

Referencias

1. Farmer Paul. VIH/SIDA: Resistir a un agente mortífero. In: OMS - Beaglehole R, Irwin A y Prentice T. Informe sobre la Salud del Mundo 2003. Forjemos el futuro. Ginebra: OMS; 2003.
2. ONUSIDA. Informe sobre la epidemia mundial de SIDA, 2013 [en línea]. Ginebra: ONUSIDA; 2013 [fecha de consulta: 12 de agosto de 2014]. Disponible en: http://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/documents/epidemiology/2013/gr2013/UNAIDS_Global_Report_2013_es.pdf
3. Segura del Pozo J. *Desigualdades Sociales en Salud: Conceptos, estudios e intervenciones (1980 – 2010)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2013.
4. Lopman B, Lewis J, Nyamukapa C, et al. HIV incidence and poverty in Manicaland, Zimbabwe: is HIV becoming a disease of the poor? *AIDS* 2007; 21(suppl 7): S57–S66.

5. **Lopera MM, Bula JI.** Impacto socioeconómico del VIH en las familias: fenómeno olvidado en la política de atención integral. En Arrivillaga M y Useche B (Eds). *Sida y sociedad*. Bogotá: Ediciones Aurora. 2011, p. 243-74.
6. **Mishra V, Bignami-Van Assche S, Greener R, et al.** HIV infection does not disproportionately affect the poorer in sub-Saharan Africa. *AIDS* 2007; 21 (suppl 7): S17–S28.
7. **Collinsa DL, Leibbrandt M.** The financial impact of HIV/AIDS on poor households in South Africa. *AIDS* 2007; 21 (suppl 7): S75–S81.
8. **Dixon S, McDonald S, Roberts J.** The impact of HIV and AIDS on Africa's economic development. *BMJ* 2002; 324: 232–234.
9. **Martin G, Grant A, D'Agostino M.** Global health funding and economic development. *Globalization and Health* 2012; 8 (8). doi: 10.1186/1744-8603-8-8
10. **Timaeusa IM, Bolerb T.** Father figures: the progress at school of orphans in South Africa. *AIDS* 2007; 21: S83–S93.
11. **ONUSIDA.** Informe sobre la epidemia mundial de SIDA, 2002 [en línea]. Ginebra: ONUSIDA; 2002 [fecha de consulta: 12 de agosto de 2014]. Disponible en: http://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/documents/epidemiology/2002/gr2002/UNAIDS_Global_Report_2002_es.pdf
12. **Alzate ML, Estrada Montoya JH, Vargas L.** *Cuaderno del Doctorado: VIH/SIDA Una cuestión de Salud Pública*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2010.
13. **UNITES.** The Gap Report [en línea]. Ginebra: ONUSIDA; 2014 [fecha de consulta: 19 de noviembre de 2014]. Disponible en: <http://www.unaids.org/es/resources/presscentre/pressreleaseandstatementarchive/2014/july/20140716prgapreport>
14. **UNITES.** Reporte de prensa sobre The Gap Report [en línea]. Ginebra: Centro de prensa de ONUSIDA; 2014 [fecha de consulta: 19 de noviembre de 2014]. Disponible en: http://files.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/documents/unaidspublication/2014/UNAIDS_Gap_report_en.pdf
15. **Estrada Montoya JH.** *Una cuestión poco conocida, Evaluación crítica del proyecto piloto para la sexualidad y la construcción de ciudadanía – Hacia la formación de una política pública (2006 – 2008)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2009.
16. **Mondragón H.** *Los ciclos económicos en el capitalismo. Las crisis, ¿Cuándo y por qué?* Bogotá: Ediciones Aurora; 2009.
17. **Mankiw NG.** *Principios de Economía*. 2da. Ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana de España; 2002.

18. Dixon S, McDonald S. HIV/AIDS and development in África. *Journal international development* 2001; 13: 381–389.
19. May A. *Social and Economic Impacts of HIV/AIDS in Sub-Saharan Africa, with Specific Reference to Aging*. Colorado: Institute of Behavioral Science; 2003.
20. Plamondon P, Cichon M, Annycke P. Financial Effects of HIV/AIDS on National Social Protection Schemes. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
21. Stuckler D. Drivers of Inequality in Millennium Development Goal Progress: A Statistical Analysis. *PLoS Med* 2010; 7 (3): e1000241.
22. Apata TG. Empirical Analysis of Interactions of Agricultural Sector and HIV/AIDS Pandemic in Africa. *World Journal of AIDS* 2013; 3: 92–104.
23. Brynn G. The Demographic Impact of HIV/AIDS. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
24. The International Bank for Reconstruction and Development World Bank. Fiscal Dimensions of HIV/AIDS in SADC Member Countries [internet]. Washington: The World Bank August; 2010 [fecha de consulta: 09 de febrero de 2015]. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTAFRREGTOPHIVAIDS/Resources/Fiscal_Dimensions_HIV_SADC.pdf
25. Matshe I, Pimhidzai O. Macroeconomic Impact of HIV and AIDS on the Zimbabwean Economy: A Human Capital Approach. *BOJE: Botswana Journal of Economics* 2008; 5 (7): 14p.
26. ONUSIDA. Informe sobre la epidemia mundial de SIDA, 2010 [internet]. Ginebra: ONUSIDA; 2010 [fecha de consulta: 13 de febrero de 2015]. Disponible en: http://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/documents/epidemiology/2010/gr2010/UNAIDS_Global_Report_2010_es.pdf
27. United Nations Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospect. The Impact of AIDS. 2002.
28. Maijama'a D, Mohammed BK. Impact of HIV/AIDS on Economic Growth and Development in Nigeria. *International Journal of Basic and Applied Science* 2013; 1 (4): 763–772.
29. Gehna K, Atacik MC, Jarvis M. The business of building lives: HIV/AIDS and the private sector. *Business and development*. Discussion papers 2006; (3): 1–4.
30. Bell C, Devarajan S, Gersbach H. Thinking About the Long-Run Economic Costs of AIDS. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.

31. Tekola F, Reniers G, Haile Mariam D, *et al.* The economic impact of HIV and aids on gulele garment share company, Addis Ababa, Ethiopia. *AIDS Care* 2008; 20 (8): 995–1001
32. Dixon S, Mcdonald S, Roberts J. The impact of HIV and AIDS on Africa's economic development. *BMJ* 2002; 324: 232–234.
33. International Monetary Fund. IMF Macroeconomic Research on Low-Income Countries. Washington: International Book Monetary Fund; 2003.
34. Haacker M. The Impact of HIV/AIDS on Government Finance and Public Services. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
35. McDonald S, Roberts J. *AIDS and Economic Growth: A Human Capital Approach*. Sheffield: University of Sheffield; 2004.
36. Crafts N, Haacker M. Welfare Implications of HIV/AIDS. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
37. Over M. Coping with the Impact of AIDS. *Finance & Development* 1998; March: 22–24.
38. Chowdhury A, McKinley T. Gearing Macroeconomic Policies to manage large inflows of ODA: The Implications for HIV/AIDS Programs. United Nations Development Programme HIV/AIDS Group, Bureau for Development Policy; 2010.
39. Gillespie S, Greener R, Alan Whiteside A, *et al.* Investigating the empirical evidence for understanding vulnerability and the associations between poverty, HIV infection and AIDS impact. *AIDS* 2007; 21(suppl 7): S1–S4.
40. Gillespie S, Kadiyala S, Greener R. Is poverty or wealth driving HIV transmission? Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins. *AIDS* 2007; 21(suppl 7): S5–S16.
41. Over M. Impact of the HIV/AIDS Epidemic on the Health Sectors of Developing Countries. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
42. Greener R. The Impact of HIV/AIDS on Poverty and Inequality. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
43. Antonopoulos R, Taun Toay T. From Unpaid to Paid Care Work: The Macroeconomic Implications of HIV and AIDS on Women's Time-tax Burdens. *The Levy Economics Institute* 2007; 570: 1–32.

44. Garcia-Abreu A, Nogueir I, Cowgill K. *HIV/AIDS in Latin America: The Challenges ahead*. Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2003.
45. Cécile Ambert. HIV, AIDS and Integrated Development Planning: a Reality Check. *IFAS Working Paper Series*; 2003.
46. Masha I. An Economic Assessment of Botswana's National Strategic Framework for HIV/AIDS. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
47. Useche B, Cabezas A. Desigualdad Social y SIDA: El Contexto Neoliberal de la Epidemia. *Revista Deslinde Colombia* 2012; 35: 1-17.
48. Birdsall N, Hamoudi A. AIDS and the accumulation and utilization of Human Capital in Africa. In: Haacker M (Ed). *The macroeconomic of HIV/AIDS*. Mbabane, Suazilandia: International Monetary Fund; 2004.
49. Waitzkin H. *Medicina y Salud Pública al final del imperio*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2013.
50. Villalona C. *¿Qué es el capitalismo?* 2da. Ed. San Salvador: Equipo Maíz; 2009.
51. ONUSIDA. Informe sobre la epidemia mundial de SIDA, 2014 [internet]. Ginebra: ONUSIDA; 2014 [fecha de consulta: 06 de marzo de 2015]. Disponible en: http://www.unaids.org/en/media/unaids/contentassets/documents/epidemiology/2014/gr2014/UNAIDS_Global_Report_2014_es.pdf

Ameloblastoma unicístico intramural, reconstrucción tardía y rehabilitación con implantes dentales. Reporte de Caso*

José Luis Gil 1
Gerardo José Guillen Rivera 2
Ana Isabel Ortega-Pertuz 3
Michelle Leinin Espina Suárez 4

Intramural unicystic
ameloblastoma, late reconstruction
and rehabilitation with dental
implants. Case report*

RESUMEN

Introducción: el ameloblastoma unicístico es considerado una variante del ameloblastoma, con características clínico-radiográficas e histológicas particulares, mostrando un mejor pronóstico que la forma sólida. **Objetivo:** describir el manejo y procedimientos de un paciente con ameloblastoma unicístico intramural (AUIM) en línea media mandibular con énfasis en la reconstrucción tardía y su rehabilitación. **Materiales y métodos:** se presenta un varón de 18 años con una lesión indolora en la zona anterior de la mandíbula, relacionada con un diente retenido. Radiográficamente, mostraba imagen unilocular, corticalizada, que causaba expansión de las corticales óseas. Se realizó la resección segmental y ajuste de placa de reconstrucción; en un segundo tiempo quirúrgico se colocó injerto óseo autólogo y, posteriormente, se procedió a la rehabilitación con implantes. **Discusión:** en el artículo se discute la elección del tratamiento basado en el comportamiento biológico del AUIM, así como la necesidad de restablecer la estética y la función después de una cirugía radical.

Palabras clave: tumor odontogénico; neoplasias maxilomandibulares; ameloblastoma; reconstrucción mandibular.

ABSTRACT

Background: the unicystic ameloblastoma (UA) is considered a variant of ameloblastoma, with particular clinico-radiographic and histological characteristics, showing a better prognosis than the solid/ multicystic type. **Objective:** to describe the managing and procedures of a patient with an unicystic ameloblastoma intramural (IMUA) with emphasis in the late reconstruction and rehabilitation. **Materials and methods:** a case of an 18-year-old male with a painless lesion in the mandibular anterior area, related to an impacted tooth. Radiographically, it showed a unilocular, corticalized image, which caused expansion of the cortical plates, a segmental resection and reconstruction plate placement was performed; in a second surgical time, autologous bone graft was placed and subsequent rehabilitation with implants. **Discussion:** the article discusses the choice of treatment based on the lesion biological behavior, as well as the need to restore aesthetics and function after radical surgery.

Keywords: odontogenic tumor; maxillomandibular neoplasm; ameloblastoma; mandibular reconstruction.

* Reporte de caso clínico. Institución donde se realizó el caso: Servicio de Cirugía Bucal, Hospital Dr. Manuel Noriega Trigo, estado Zulia, Venezuela.

1 Especialista en Cirugía Bucal. Dirección de Estudios para Graduados. Facultad de Odontología. Universidad del Zulia, Venezuela. Contacto: > josegil_86@hotmail.com

2 Doctor en Odontología. Magíster en Ciencias Dentales, mención Cirugía Oral y Maxilofacial. Pebble Hills Dental Care, Estados Unidos de América. Contacto: > geraldguillenr@gmail.com

3 Doctora en Odontología. Magíster en Radiología Odontológica. Área de Odontología Forense, Instituto de Investigaciones, Facultad de Odontología. Universidad del Zulia, Venezuela. Contacto: > anitaortegav@gmail.com

4 Doctora en Odontología. Magíster en Ciencias Dentales, mención Ortodoncia. El Paso Family Orthodontics, Estados Unidos de América. Contacto: > michellelepinas@hotmail.com

CITACIÓN SUGERIDA

Gil JL, Guillen Rivera GJ, Ortega-Pertuz AI, et al. Ameloblastoma unicístico intramural, reconstrucción tardía y rehabilitación con implantes dentales. Reporte de caso. *Acta Odontol Col* [en línea] 2018 [fecha de consulta: dd/mm/aaaa]; 8(2): 98-106. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>

Recibido	Aprobado	Publicado
01/18/2018	22/05/2018	01/07/2018

Introducción

El ameloblastoma uniuquístico (AU) es una neoplasia intraósea revestida por epitelio ameloblástico (1) considerada una variante del ameloblastoma (AM). La lesión fue descrita por primera vez por Robinson y Martínez (2) quienes resaltaron su apariencia radiográfica unilocular, el aspecto quístico al examen microscópico, una respuesta favorable al tratamiento conservador, así como la aparición de la misma en pacientes más jóvenes que el AM sólido.

El AU representa entre el 6% y el 28% de los casos de AM (4,5). La lesión es observada en la segunda década de la vida, con leve predilección por el género masculino (1, 3, 6), localizada en la zona posterior mandibular, en asociación a un diente retenido en el 52 a 86% de los casos (3, 5, 7-9), siendo el tercer molar el más frecuentemente afectado –52 a 100%– (3).

Con respecto a la etiopatogenia del AU, se ha indicado que la lesión representa la transformación de un revestimiento quístico normal o surge de a partir de restos epiteliales odontogénicos preexistentes. Asimismo, se ha señalado que el AU podría originarse a partir de la degeneración quística de las islas ameloblásticas de un AM sólido con la subsecuente fusión de múltiples microquistes y el desarrollo de una lesión uniuquística. La evidencia de un gran número de lesiones con un molar intralesional sugiere que el AU podría originarse de un quiste dentígero que ha experimentado una transformación hacia un linaje ameloblástico (3,10-12).

Clínicamente, el AU suele ser asintomático, los pacientes refieren un aumento de volumen de crecimiento lento e indoloro (5, 8, 10, 11), que puede relacionarse con parestesia (7), dificultad en la masticación y/o deglución, maloclusión y disminución de la abertura bucal (7-9). En las radiografías, la lesión suele mostrar un patrón unilocular, bordes definidos, corticalizados, causando expansión de tablas óseas, semejante a un quiste dentígero cuando está relacionado a un diente retenido (3, 5, 6, 8,10, 11); sin embargo, se han reportado lesiones multiloculares. La reabsorción radicular ha sido relatada y su asociación con imágenes uniloculares debe alertar al clínico sobre la posibilidad de que la lesión sea un AM. Cuando la imagen radiográfica no muestra asociación con una pieza dentaria, se presenta en pacientes en la cuarta década de la vida, mimetizando un quiste residual o queratoquiste (3).

De acuerdo con Robinson y Martínez (2) deben observarse algunas de las siguientes características en el examen histológico para que la lesión sea considerada como AU: 1) El epitelio del quiste es homogéneamente ameloblástico en mayor o menor grado. 2) Un nódulo ameloblástico se proyecta en el lumen quístico, sin infiltración de epitelio odontogénico en la pared fibrosa del quiste; 3) Uno o más proyecciones epiteliales odontoblásticas proliferan en la pared conectiva, ya sea de tipo folicular o plexiforme, las cuales pueden o no estar conectadas al revestimiento del quiste; 4) Islas de epitelio ameloblástico presentes en el interior de la pared conectiva en contacto directo con el epitelio del quiste aparentemente no neoplásico. Ackerman *et al.* (13) revisaron los criterios diagnósticos de Robinson y Martínez (2), y propusieron una clasificación del AU en tres grupos: 1) Simple o luminal, 2) Intraluminal, 3) Mural o intramural. Posteriormente, Phillipsen y Reichart (3) presentaron otra clasificación, resaltando que la lesión a menudo muestra una combinación de características histológicas, a saber: grupo 1, simple; grupo 1.2,

simple o intraluminal; grupo 1.2.3, simple, intraluminal o intramural y grupo 1.3 simple e intramural.

El enfoque terapéutico del AU es controversial y se sugiere considerar su comportamiento biológico, el cual es menos agresivo que el AM sólido (2-5). Factores como el tamaño y localización de la lesión, las características clínicas, el tipo histológico, la recurrencia y edad del paciente deben ser determinantes en la selección del tratamiento (1, 10, 14). El AU ha sido abordado de forma conservadora con enucleación y curetaje o marsupialización seguida de enucleación; estos tratamientos a menudo son complementados con crioterapia, cauterización química o térmica e inclusive radio o quimioterapia (1, 6).

Dado que en circunstancias donde el seguimiento del caso es limitado o cuando el paciente ignora los síntomas por un período prolongado, se recomienda la resección de la misma independientemente de la variante histológica (6, 12). El tipo intramural ha sido tratado mediante resección, pues se considera más infiltrativo, mostrando una tasa de recurrencia mayor que los otros tipos de AU (37,5%) después de un tratamiento conservador (3, 11).

El tratamiento de tumores mandibulares mediante resección produce un defecto substancial en la continuidad del hueso, puesto que en estas circunstancias la estética, el habla y la masticación se encuentran adversamente afectadas y, por ende, la calidad de vida del paciente. El objetivo principal de la reconstrucción es primariamente restaurar la continuidad del contorno óseo, para ello se han utilizado injertos autólogos (autogénicos) vascularizados o no vascularizados, aloplásticos, isogénicos, xenogénicos, colgajos microvascularizados compuestos y placas de reconstrucción (15, 16)

El injerto óseo no vascularizado ha sido empleado satisfactoriamente en la reconstrucción de defectos mandibulares resultantes de la escisión de lesiones benignas destructivas y trauma. Los sitios dadores comúnmente utilizados son la cresta ilíaca (CI), la escápula, costillas, clavícula y la fíbula. La CI es empleada con frecuencia debido a que proporciona un adecuado volumen y contorno (15,17). Los injertos de CI son ideales debido a su combinación de hueso esponjoso y cortical; mientras que la cortical provee un “andamiaje”, el hueso esponjoso contiene elementos de osteoblastos, células osteoprogenitoras y médula ósea; esta última favorece la osteogénesis y presenta factores de crecimiento.

En particular, la CI posterior provee gran cantidad de tejido óseo (alrededor de 100ml) con las mismas propiedades fisiológicas que la CI anterior; asimismo, su proximidad a la superficie corporal facilita la recolección del injerto, se produce menor sangrado que en la técnica para la CI anterior, con la disminución del dolor posoperatorio y disturbios en la marcha, además de una posible reducción en la estancia hospitalaria (18, 19).

Planteándonos como objetivo describir el manejo y procedimientos con un paciente con un AU intramural (AUI) en línea media mandibular, tratado mediante resección en bloque, reconstrucción tardía con injerto óseo de CI posterior y colocación de implantes dentales para la rehabilitación protésica.

Presentación del caso

Se reporta paciente masculino de 18 años de edad quien refería aumento de volumen en el rostro y dificultad en la masticación, de un mes y medio de evolución. Antecedentes médicos personales fueron interrogados y negados. Antecedentes odontológicos sin relevancia. Los exámenes de laboratorio complementarios se encuentran bajo parámetros normales, cuyos resultados fueron:

Hematología: hemoglobina: 13 gr/L; hematocrito: 40,0%; tiempo de protrombina (TP): testigo: 14"/ paciente: 13"; tiempo parcial de tromboplastina (TPT): testigo: 31"/ paciente: 30"; plaquetas: 270.000 mm³; leucocitos: 5.600 mm³.

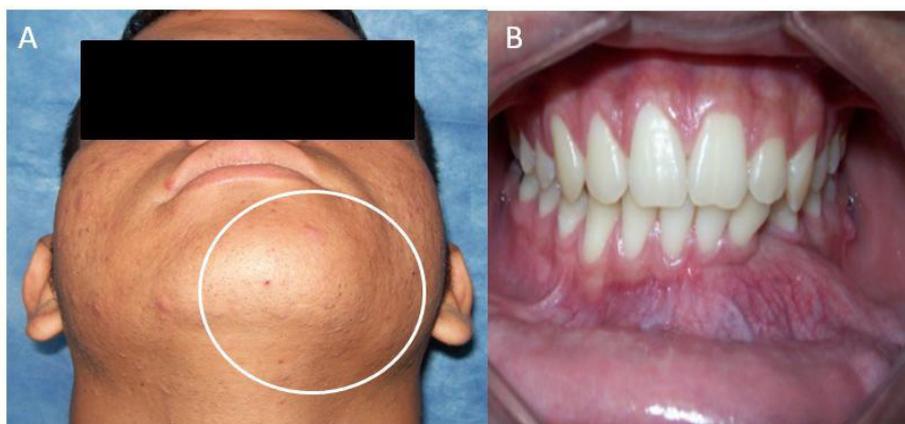
Bioquímica sanguínea: glicemia: 90 mg/dL; urea: 29 mg/dL, creatinina: 0,84 mg/dL.

Serología: VDRL: no reactivo; HIV: negativo.

Al examen clínico extraoral se evidenció asimetría facial en hemiarcada izquierda a predominio de tercio inferior en zona mentoniana (Figura 1A), sin adenopatías palpables en cuello, no se refirió alteraciones neurológicas sensitivas ni limitación de apertura bucal. Intraoralmente se observó escasa definición de surco vestibular del lado inferior izquierdo, expansión de la cortical ósea vestibular, firme a la palpación, sin secreciones activas, ni úlceras en su superficie mucosa y ausencia del 33 (Figura 1B).

En la ortopantomografía se observó una imagen radiolúcida, de bordes definidos, corticalizados, localizada en zona anterior de cuerpo mandibular en relación al 33 retenido, que se extendía desde el 43 hasta el 36, causando desplazamiento de los dientes adyacentes (Figura 1C). En la tomografía computarizada se evidenció en los cortes axiales y reconstrucciones multiplanares, una imagen hipodensa delimitada que causaba adelgazamiento y expansión de ambas corticales óseas (Figura 1D). La impresión diagnóstica fue de AM versus queratoquiste odontogénico. El examen histopatológico (después de biopsia incisional) reveló un diagnóstico de AUM.

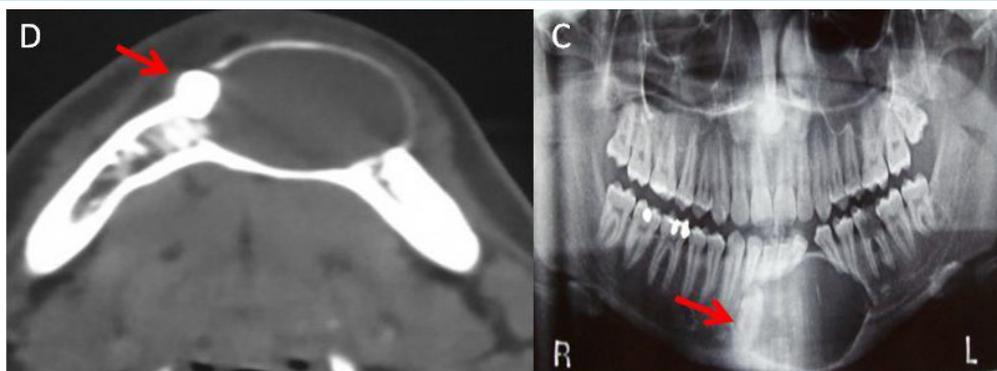
Figura 1. Examen clínico extraoral e intraoral y exámenes radiográficos del paciente



A: vista extraoral del paciente, donde se observa asimetría facial en hemiarcada izquierda. B: vista intraoral, se evidencia aumento de volumen en la zona antero-inferior con escasa definición del surco vestibular en lado izquierdo.

Fuente: imagen propia del estudio del caso

Figura 1. Examen clínico extraoral e intraoral y exámenes radiográficos del paciente



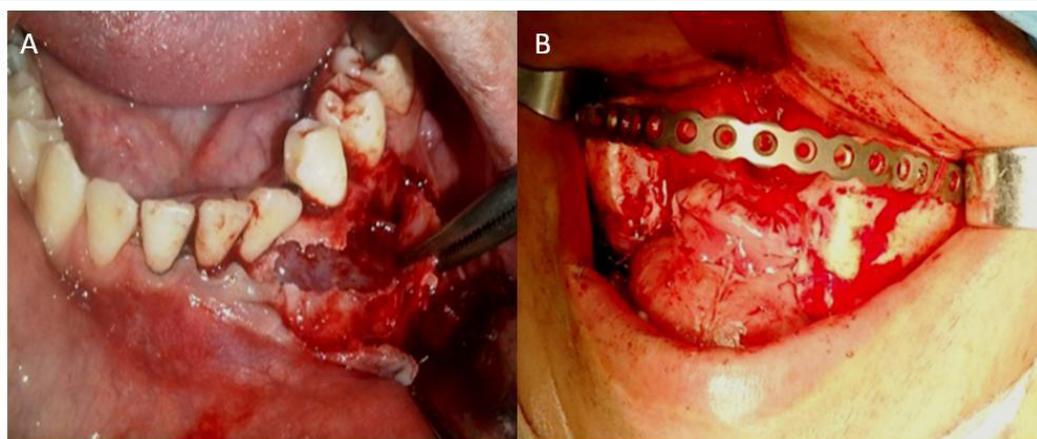
C: radiografía panorámica inicial con imagen radiolúcida, de bordes definidos, corticalizados, localizada en zona antero-inferior en relación al 33 retenido (flecha). D: corte axial de Tomografía Computarizada, mostrando imagen hipodensa delimitada que causaba expansión de ambas corticales óseas en asociación a diente retenido (flecha).

Fuente: imagen propia del estudio del caso

Proceder

Previamente al acto quirúrgico se colocaron arcos de Erich bajo anestesia local; luego bajo anestesia general balanceada e intubación nasotraqueal, se realizó una incisión lineal en el fondo del surco vestibular entre los dientes 44 a 37; posteriormente, con una cierra recíprocante se delimitó la lesión y respetando un margen de seguridad de un centímetro, se procedió a la hemimandibulectomía; seguidamente, se adaptó una placa de reconstrucción de 21 orificios previamente contorneada, fijada con 10 tornillos del sistema (ver Figura 2).

Figura 2. Procedimiento quirúrgico inicial



A: resección en bloque de la lesión vía intraoral. B: adaptación de placa de reconstrucción previamente contorneada en el defecto óseo post-resección.

Fuente: Imagen propia del estudio del caso.

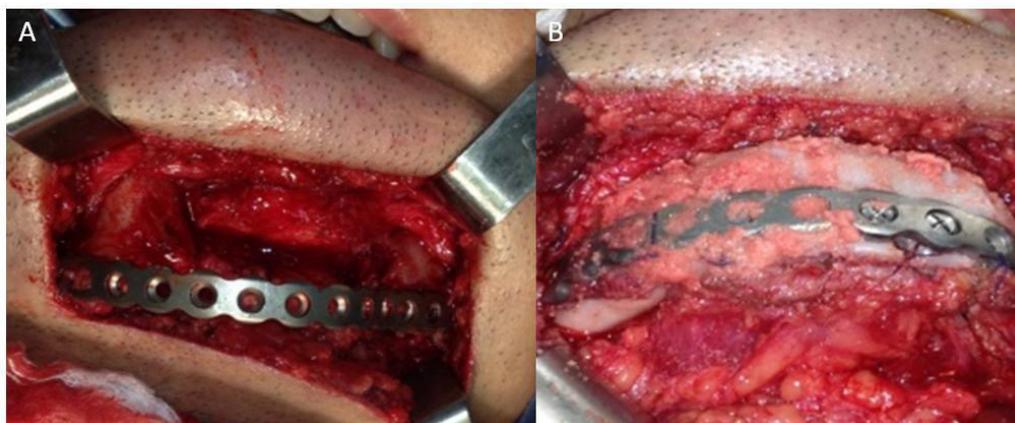
El examen histopatológico del espécimen confirmó el diagnóstico inicial. El control post-operatorio a los tres meses del primer tiempo quirúrgico evidenció radiográficamente, la presencia del defecto óseo post-resección y la placa de reconstrucción cumpliendo

función sin signos de un proceso osteolítico asociado; por esto se decidió proceder a la segunda fase del tratamiento mediante la colocación de injerto óseo de CI posterior con un abordaje extraoral, realizando una incisión curvilínea en la zona submental.

Se adaptaron las corticales obtenidas de los bloques de la cresta a la placa de osteosíntesis con la ayuda de seis tornillos para proveer atura al injerto y adicionalmente se compactó injerto óseo particulado así como injerto alogénico (Figuras 3A y 3B).

Transcurrido seis meses de la resección, se decidió colocar cuatro implantes dentales (MIS Implants Technologies Inc, Fair Lawn, NJ, USA) a nivel de los dientes 33, 34, 35 y 43 (Figura 4). Transcurridos cuatro meses, una vez constatada radiográficamente la oseointegración de los implantes, se decidió descubrirlos (bajo anestesia local), colocar tornillos de cicatrización y, posteriormente, proceder a la adaptación de una prótesis híbrida con soporte de malla metálica. Después de la eliminación de la lesión no se han evidenciado, en los cuatro años de seguimiento del caso, signos clínicos o radiográficos de recidiva.

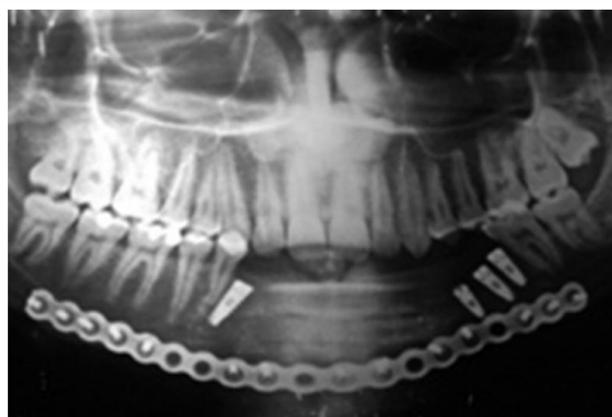
Figura 3. Colocación de injerto óseo mediante abordaje extraoral en la zona submental.



A: abordaje extraoral submental para exponer la placa de reconstrucción. B: adaptación de corticales obtenidas de los bloques de la cresta iliaca a la placa de osteosíntesis.

Fuente: imagen propia del estudio del caso

Figura 4. Control radiográfico de los implantes dentales, donde se constata su oseointegración.



Fuente: Imagen propia del estudio del caso.

Discusión y conclusiones

El AU es una variante del AM con características clínicas, radiológicas e histológicas específicas. Por lo general la imagen radiográfica unilocular, asociada a un diente retenido, sugiere una impresión diagnóstica inicial de quiste dentígero (1, 2).

Se ha reportado que el AU ocurre en la segunda década de la vida, en este caso, el paciente contaba con 18 años de edad en el momento del diagnóstico, lo cual concuerda con estudios previos (1, 3, 6). En relación a su localización, el AU se presenta frecuentemente en la zona posterior de la mandíbula; en el caso reportado, la lesión se extendía desde el sector anterior hacia al cuerpo mandibular izquierdo, que es una presentación inusual. Clínicamente se ha descrito que el AU suele ser asintomático, causando un aumento de volumen indoloro y progresivo, recubierto por mucosa normal, que eventualmente causa asimetría facial; las lesiones incipientes a menudo descubiertas en un examen radiográfico de rutina, muestran la apariencia de un quiste odontogénico (5, 7-10). En el caso relatado, el paciente acude a la consulta por la presencia de asimetría a predominio del lado inferior izquierdo y dificultad en la masticación, mientras que el examen radiográfico mostró la imagen típica unilocular en relación a un canino retenido.

La elección del tratamiento del AU basado en el comportamiento biológico de la lesión es imperativa. Debido a que la variante intramural muestra una naturaleza más infiltrativa que los otros tipos de AU (3,11), se consideró, en este caso, la resección en bloque y la sucesiva reconstrucción en fases debido al tamaño del defecto óseo y la posibilidad de reconstrucción, reduciendo así la eventualidad de una recidiva.

Entre las ventajas del uso de injertos no vascularizados de CI se encuentran: un adecuado volumen de tejido, facilidad en la recolección y la similitud biomecánica con la mandíbula. Por tal motivo, su empleo es favorecido sobre sitios como las costillas, calvaria, escápula y fíbula en la reconstrucción mandibular (16). En este sentido, Omeje *et al* (19) resaltan el éxito del uso de injertos de CI en defectos óseos entre 4 cm y 12 cm, con una baja tasa de reabsorción, esto puede estar relacionado con el uso de fijación rígida del injerto mediante placas, la administración profiláctica de antibióticos y su empleo en el postoperatorio, así como la naturaleza benigna de las lesiones tratadas.

Por otra parte, Guerrier *et al* (17) señalan el empleo satisfactorio de injertos de CI en defectos de más de 5cm; de acuerdo a los autores, esto puede ser atribuido a que el protocolo de reconstrucción fue abordado en fases. En nuestro caso, el uso de injerto óseo de CI posterior y su adaptación a la placa de reconstrucción permitió restablecer satisfactoriamente el contorno y altura mandibular, importantes para la colocación de los implantes dentales y su estabilidad en el tiempo.

En conclusión el manejo del AU debe ser guiado por su comportamiento biológico, en este sentido la naturaleza infiltrativa del AUIM indica, hasta nueva evidencia, un tratamiento radical, limitando la posibilidad de recidiva. Cuando se trata de un gran defecto óseo post-resección, se recomienda el abordaje en fases, tal como se realizó en el caso presentado, para garantizar la estabilidad y durabilidad del injerto y, por ende, la longevidad de los implantes dentales que complementaron la rehabilitación del paciente.

Referencias

1. Lau SL, Samma N. Recurrence related to treatment modalities of unicystic ameloblastoma: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006; 35(8): 681-690.
2. Robinson L, Martínez MG. Unicystic ameloblastoma: a prognostically distinct entity. *Cancer* 1977; 40(5): 2278-2285.
3. Philipsen HP, Reichart PA. Unicystic ameloblastoma: A review of 193 cases from the literature. *Oral Oncol* 1998; 34(5): 317-325.
4. Fregnani ER, da Cruz Perez DE, de Almeida OP, Kowalski LP, *et al.* Clinicopathological study and treatment outcomes of 121 cases of ameloblastomas. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2010; 39(2): 145-149.
5. Hsu MH, Chiang ML, Chen JK. Unicystic ameloblastoma. *Journal of Dental Sciences* 2014; 9: 407-411.
6. Seintou A, Martinelli-Kla CP, Lombardi T. Unicystic ameloblastoma in children: systematic review of clinicopathological features and treatment outcomes. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014; 43(4): 405-412.
7. Gupta N, Saxena S, Rathod VC, *et al.* Unicystic ameloblastoma of the mandible. *J Oral Maxillofac Pathol* 2011; 15(2): 228-231.
8. De Melo WM, Pereira-Santos D, Sonoda CK, *et al.* Large unicystic ameloblastoma of the mandible: management guided by biological behavior. *J Craniofac Surg* 2012; 23(5): e499-e502.
9. García NG, Oliveira DT, Rodríguez MTV. Unicystic ameloblastoma with mural proliferation managed by conservative treatment. *Case Rep Pathol* [en línea] 2016 [fecha de consulta: 19 de diciembre de 2016]; 4p. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5005522/>
10. Kumar KR, George GB, Padiyath S, *et al.* Mural unicystic ameloblastoma crossing the midline. A rare case report. *Int J Odontostomat* 2012; 6(1): 97-103
11. Argandoña J, Espinoza J. Ameloblastoma uniuquístico, bases del tratamiento conservador. Presentación de caso clínico y actualización de la bibliografía *Rev Esp Cirug Oral y Maxilofac* 2011; 33(2): 88-92.
12. Arora S. Unicystic Ameloblastoma: A perception for the cautious interpretation of radiographic and histological findings. *J Coll Phys Surg Pak* 2015; 25(10): 761-764.
13. Ackerman GL, Altini M, Shear M. The unicystic ameloblastoma: a clinicopathological study of 57 cases. *J Oral Pathol Med* 1998; 17(9-10): 541-546.

14. Sammartino G, Zarrelli C, Urciulo V, *et al.* Effectiveness of a new decisional algorithm in managing mandibular ameloblastomas: a 10-years experience. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007 Jun; 45(4): 306-310.
15. Handshell J, Hassanyar H, Depprich RA, *et al.* Nonvascularized iliac bone grafts for mandibular reconstruction--requirements and limitations. *In vivo* 2011; 25(5): 795-800.
16. Okeje VN, Obimakinde OS, Aroutiba JT, *et al.* Mandibular defect reconstruction with nonvascularized iliac crest bone graft. *J Clin Pract* [en línea] 2012 [fecha de consulta: 19 de diciembre de 2016]; 15: 224-227. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22718178>
17. Guerrier G, Alaqeeli A, Jawadi AW, *et al.* Reconstruction of residual mandibular defects by iliac crest bone graft in war-wounded Iraqi civilians, 2006-2011. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2015; 53(6): e27-e31.
18. Boucree T, McLaughlin D, Akrawe S, *et al.* Posterior iliac crest bone graft: how much is enough. *J Craniofac Surg* 2017; 28(8): 2162-2164.
19. Omeje K, Efunkoya A, Amole I, *et al.* A two-year audit of non-vascularized iliac crest bone graft for mandibular reconstruction: technique, experience and challenges. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* [en línea] 2014 [fecha de consulta: 19 de diciembre de 2016]; 40(6): 272-277. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4279977/>

Memorias del V Seminario Internacional de Investigación en Odontología

Presentación

Actualmente la biociencia molecular oral y la tecnología son campos emergentes en la odontología. Es claro que la biociencia molecular apuntará hacia una odontología moderna, con aplicación tanto a nivel individual como comunitario, ya sea con el conocimiento del proteoma salival completo o con el futuro reemplazo de dientes perdidos con dientes clonados. La biometría craneofacial como un área de desarrollo en la que confluyen las técnicas de la geometría, la ciencia de computadores, la biología matemática con estadística multivariada como herramientas para el análisis de las variaciones de la forma biológica y los avances en los biomateriales dentales, tienen un impacto en la práctica diaria de la odontología, con nuevas clases de materiales compuestos con estructuras moleculares no tóxicas e interacciones bien caracterizadas con el tejido pulpar. El mejoramiento en aleaciones y nuevos materiales cerámicos con propiedades similares al tejido dental están siendo desarrollados y se espera que sean probados biológicamente.

El V Seminario Internacional de Investigación en Odontología es organizado por la maestría en Odontología con participación de investigadores internacionales, nacionales y estudiantes. Se reportan resultados de investigación en fundamentos moleculares, clínicos aplicados y modelos de estudio en biología del desarrollo craneofacial, y en materiales dentales relacionados con la problemática odontológica.

Tiene como objetivo el encuentro de intereses y perspectivas de estudiantes, investigadores nacionales e internacionales, con el fin de evidenciar los avances metodológicos, tecnológicos y clínicos hacia la resolución de la problemática de la profesión y la construcción de redes para la investigación en odontología, actualizando los métodos de comunicación científica global.

Carolina Torres Rodríguez

PhD. Doctorado Europeo. Investigación en Estomatología. Especialización en Rehabilitación Oral. dmd. Universidad Nacional de Colombia. Profesora asociada de la Universidad Nacional de Colombia. Líneas de investigación: Biomecánica, Materiales dentales, Remineralización. Tesis doctoral sobresaliente Cum Laude, Universidad de Granada, abril del 2010. Premio Unilever Hatton Competition and Awards, International Association Dental Research, Seccional Colombia, septiembre de 2010.

Resúmenes de conferencias nacionales e internacionales

Ceramics adhesion

Álvaro Della Bona*

* Dentist, University of Passo Fundo. Specialized in Restorative Dentistry, University of Texas. Master of Dental Medicine, University of Sheffield. Ph. D. Materials Science and Engineering, University of Florida. Professor, coordinator of the Master in Dentistry. International consultant for various universities worldwide. Ad-hoc reviewer for the *Journal of Dental Research*, the *Brazilian Oral Research* and the *International Journal of Prosthodontics*. Experience in dentistry with emphasis on ceramic biomaterials, mainly in the following areas: Biomaterials, Ceramics, Biomechanics and Adhesiveness.

The objective of the conference is to enhance the knowledge of students, researchers and clinicians with regard to ceramics, adhesion mechanisms, quality research design, material selection and clinical performance of dental ceramics. To this end, this evidence-based talk presents high quality illustrations and imaging resources which depict the ceramic microstructures, basic principles and properties, the most popular experimental designs, clinical applications and causes of failure, material selection rationale, and, mostly, evidence regarding adhesive mechanisms for bonding ceramic restorations.

Importancia del hueso en implantología como factor clave

Pablo Galindo Moreno*

* Licenciado en Odontología, 1993. Grado en Odontología, 1993. Máster en Cirugía Bucal, 1996. Doctor en Odontología, 1999. Académico correspondiente de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Cádiz, 2001. Fellowship Europeo de Cirugía Bucal, 2006. Fellowship y Diplomate en Implantología en usa, 2007. Profesor asociado a tiempo parcial (seis horas) en sus distintos tipos desde el 1º de octubre de 1994 hasta la actualidad. Actividad investigadora en cuatro grupos cts de la Junta de Andalucía, tres grupos de investigación de convocatoria pública nacional y dos grupos de investigación de universidades extranjeras (Michigan).

Objetivos: conocer la dinámicas de neoformación y remodelación ósea tras la utilización de biomateriales y entender cómo pueden afectar al éxito final de los implantes dentales, en un modelo de investigación en humanos. **Materiales y métodos:** este trabajo está basado en una serie de protocolos de investigación clínica y experimental, utilizando tanto modelos celulares animales, como modelos humanos, para determinar mediante técnicas de cultivo celular, histología, histomorfometría, inmunohistoquímica y análisis de imagen, cómo se comportan tanto el hueso prístino de nuestros pacientes como los biomateriales pertenecientes a las distintas familias en la remodelación ósea y los fenómenos de osteointegración alrededor de los implantes dentales. **Resultados:** en el modelo de investigación humano utilizado, la cantidad de hueso vital que se obtiene tras los procesos de regeneración ósea es distinto dependiendo del biomaterial utilizado. No solo la cantidad de componente mineral es diferencial entre los distintos biomateriales, sino que los componentes celulares y vasculares contenidos en la porción no mineralizada son significativamente distintos. Del mismo modo, diferentes biomateriales también inducen distintos modelos de maduración ósea. **Conclusiones:** los biomateriales óseos tienen un comportamiento adecuado en la reparación ósea, aunque importantes diferencias se aprecian en el hueso neoformado dependiendo de la naturaleza del sustituto óseo utilizado.

Pablo Galindo Moreno*

* Licenciado en Odontología, 1993. Grado en Odontología, 1993. Máster en Cirugía Bucal, 1996. Doctor en Odontología, 1999. Académico correspondiente de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Cádiz, 2001. Fellowship Europeo de Cirugía Bucal, 2006. Fellowship y Diplomate en Implantología en usa, 2007. Profesor asociado a tiempo parcial (seis horas) en sus distintos tipos desde el 1º de octubre de 1994 hasta la actualidad. Actividad investigadora en cuatro grupos cts de la Junta de Andalucía, tres grupos de investigación de convocatoria pública nacional y dos grupos de investigación de universidades extranjeras (Michigan).

Objetivos: entender los procesos por los que un implante se afecta por pérdida marginal ósea y cuándo esta pérdida marginal se transforma desde un proceso fisiológico a un proceso patológico. **Materiales y métodos:** esta presentación está basada en protocolos de investigación clínica desarrollados en pacientes, los cuales abordan diferentes perspectivas del tratamiento implantológico y determinan cómo estos factores influyen en el éxito a largo plazo. Para ello, se analizó una cantidad alta de implantes dentales, superior a 3.000, en más de 1.000 pacientes, en seguimientos clínicos y radiológicos de larga duración. Se analizaron las características individuales de los pacientes, el tipo de implantes utilizados, los factores quirúrgicos y protésicos propios de cada técnica quirúrgica, la microbiología, y el substrato óseo en el que se colocaron. Se hicieron técnicas de seguimiento radiológico y se aplicaron distintos métodos estadísticos. **Resultados:** la pérdida marginal ósea no siempre se produce alrededor de los implantes dentales, como se ha sugerido por los consensos y los criterios de éxito. Suele acontecer como consecuencia del establecimiento de la anchura biológica en el momento de la instalación de la corona sobre el implante. Es más frecuente en implantes de conexión externa, en fumadores, en pacientes con patología periodontal previa y en hueso injertado. La tipología ósea, las características de los implantes y el tipo de prótesis son también factores determinantes en la progresión de la pérdida marginal ósea. Existe un factor límite que delimita el paso desde el proceso fisiológico, denominado pérdida marginal ósea, hasta el establecimiento de patología, conocido como periimplantitis. **Conclusiones:** la pérdida marginal ósea es la antesala de la periimplantitis. Su control se hace determinante para el éxito clínico de los implantes dentales a largo plazo.

Mucosas: mecanismos efectores antivirales

María Teresa Rugeles L

Licenciado en Odontología, 1993. Grado en Odontología, 1993. Máster en Cirugía Bucal, 1996. Doctor en Odontología, 1999. Académico correspondiente de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Cádiz, 2001. Fellowship Europeo de Cirugía Bucal, 2006. Fellowship y Diplomate en Implantología en usa, 2007. Profesor asociado a tiempo parcial (seis horas) en sus distintos tipos desde el 1º de octubre de 1994 hasta la actualidad. Actividad investigadora en cuatro grupos cts de la Junta de Andalucía, tres grupos de investigación de convocatoria pública nacional y dos grupos de investigación de universidades extranjeras (Michigan).

Natalia Andrea Taborda Venegas

PhD. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. M. Sc. Medical University Of South Carolina. Bacteriología y Laboratorio Clínico, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Profesora titular e investigadora de la Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Grupo Inmunovirología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Por su ubicación estratégica en diversos sitios anatómicos, como el tracto nasofaríngeo, el árbol bronquial, el tracto gastrointestinal (tgi) y el genitourinario, el sistema inmune de mucosas (sim) es el encargado de evitar el establecimiento de diversas infecciones. Es un sistema bastante complejo que difiere del sistema inmune sistémico, al tener la capacidad de combatir patógenos y de tolerar los microorganismos no patógenos. Los mecanismos efectores en estos tejidos comprenden tanto componentes de la inmunidad

innata como de la adaptativa. La naturaleza de la respuesta inmune que se establece es muy importante y depende entre otras, del tipo de microorganismo que la desencadena. Esta respuesta debe estar muy bien regulada para evitar el daño de los tejidos y el agotamiento inmune (1).

El tejido linfoide del sim incluye los sitios inductores, donde se da la presentación antigénica y los sitios efectores donde se desarrolla toda la capacidad efectora de las diferentes células del sistema inmune. El tejido linfoide asociado al tracto gastrointestinal (galt) es el más extenso del organismo y comprende cerca del 70% de todas las células T del cuerpo humano y produce más anticuerpos que cualquier otro sitio anatómico; por esta razón, se usará como ejemplo para explicar la respuesta inmune asociada a las mucosas. Este tejido incluye estructuras bien formadas como las Placas de Peyer (pp) y los folículos linfoides (sitios inductores), así como linfocitos localizados en la lámina propia del intestino, o entre las células epiteliales por encima de la membrana basal (linfocitos intraepiteliales) (sitios efectores) (2).

Antes de que los microorganismos patógenos entren en contacto con las células del sistema inmune en galt, existen una serie de factores y barreras físicas que evitan la entrada de estos, entre los que se destacan los siguientes: i) la saliva ejerce un efecto de barrido y tiene enzimas y proteínas que inactivan distintos patógenos; ii) el peristaltismo del tgi previene la colonización de las células epiteliales; iii) el pH ácido gástrico y alcalino del duodeno inactivan muchos microorganismos; iv) el moco interfiere con el desplazamiento de los microorganismos y les disminuye su capacidad patogénica mediante la acción de enzimas proteolíticas; v) las células epiteliales, que forman fuertes uniones intercelulares y producen péptidos antimicrobianos como las defensinas. Si estas barreras, la competencia por la micro flora endógena, y el epitelio intestinal que tiene una alta tasa de recambio, lo cual promueve la eliminación mecánica de distintos patógenos, no son capaces de evitar la entrada de los microorganismos, estos se enfrentan con la primera línea de defensa, las células de la inmunidad innata (3).

El sistema fagocito mononuclear y los polimorfos nucleares (pmn) fagocitan y destruyen microorganismos mediante mecanismos efectores dependientes e independientes del O₂. Los metabolitos del nitrógeno, en especial el óxido nítrico, pueden mantener o alterar el epitelio del tgi y la microvasculatura asociada a este, dependiendo de las concentraciones en que se produzca. Las células nk también participan en esta respuesta innata, particularmente durante las infecciones virales. Las células M que se encuentran en el epitelio asociado al folículo captan antígenos por endocitosis y posteriormente los transfieren a las células presentadoras de antígeno, principalmente a las células dendríticas (cd) ubicadas en la zona folicular, las cuales migran hacia los sitios inductores (pp) y los ganglios linfáticos mesentéricos para realizar la presentación antigénica (4).

Una vez se han activado los linfocitos T y B (lt y tb), salen a la circulación sistémica y migran hacia otros tejidos mucosos. Luego, regresan de nuevo a la mucosa intestinal por un mecanismo de tráfico celular mediado por receptores y ligandos específicos de los linfocitos y del endotelio adyacente a las mucosas. De esta manera, la respuesta inmune que se establece en forma local se convierte en sistémica. Dependiendo de las condiciones en que se de este proceso, particularmente de las citoquinas que prevalezcan en el microambiente, se favorece un tipo de respuesta de lt en particular Th1, Th2, Th17 o reguladora (Th3 y Tr1). Los lb activados se transforman en células plasmáticas productoras de IgA que evita

la diseminación de los antígenos (4). Para ilustrar la interacción patógeno - sim se utilizará la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (vih-1) como modelo.

Teniendo en cuenta que la mayoría de las infecciones por este virus se adquieren a través de las relaciones sexuales, la respuesta inmune inducida en mucosa constituye la primera línea de defensa frente al vih y es crucial para evitar el establecimiento de la infección o la diseminación viral. Para que la transmisión sexual ocurra el virus debe atravesar el epitelio de la mucosa para lo cual se han propuesto varios mecanismos: i) infección directa de células epiteliales; ii) trancitosis de partículas virales a través del epitelio; iii) transmigración epitelial de células infectadas; iv) captura de viriones por células de Langerhans; v) paso de partículas libres por abrasiones del epitelio y captura por cd (5). La transmisión del virus puede ser potenciada por varios factores como las micro-abrasiones, que ocurren en aproximadamente el 60 % de las relaciones sexuales o incluso con más frecuencia dependiendo de si son vaginales o anales; algunas preparaciones usadas para lavados vaginales y la presencia de otras infecciones de transmisión sexual, entre otros (5-6).

Una vez instaurada la infección hay una alta replicación viral, particularmente en el tejido linfoide asociado a la mucosa del tracto gastrointestinal, induciendo un deterioro progresivo de esta mucosa, lo que promueve la translocación de microorganismos y productos microbianos del intestino a circulación sistémica, produciendo una activación constante de las células del sistema inmune, apoptosis, fibrosis y atrofia de los órganos linfoides. Estas alteraciones potencian la pérdida del control de la replicación viral y la aparición del estado de inmunosupresión conocido como sida (7).

Sin embargo, las células de la mucosa ejercen una respuesta inmune antiviral en diferentes niveles, incluyendo la inhibición de la adhesión y la entrada del virus a la célula, activación de mecanismos de respuesta mediada por anticuerpos neutralizantes y respuesta celular, y la producción de factores solubles con actividad antiviral, entre otros (8). Estos últimos han cobrado una gran importancia porque exhiben una amplia capacidad antiviral por medio de la supresión de la replicación viral sin eliminar la célula infectada y del potenciamiento de mecanismos celulares específicos anti-vih-1. Particularmente, los factores solubles actúan a diferentes niveles como se describe a continuación: i) interactúan con glucanos de la envoltura viral bloqueando la interacción con receptores celulares (9); ii) interactúan con proteínas de la membrana viral, induciendo degradación proteosómica (10); iii) inhiben diversas proteínas virales como la transcriptasa reversa, la integrasa y proteasa, y proteínas celulares como la proteína cinasa C (pkc) y el complejo proteico $\text{nF-}\kappa\text{B}$, afectando los procesos en los que intervienen (11); iv) inducen mutación del genoma viral por deaminación de nucleótidos (12); y v) promueven el agotamiento de los desoxinucleósido-trifosfato (dNTP) intracelulares durante la infección, inhibiendo la transcripción reversa (13).

Entre los factores solubles con actividad inhibitoria del vih se encuentran las β -quimiocinas, las defensinas, apobec-3G (apolipoproteína B, editor enzimático de rna y catalítico de polipéptidos), samhd-1 (motivo estéril alfa, dominio histidita-aspartico), Serpina1 (alfa 1-antitripsina), slpi (inhibidor secretorio de peptidasas leucocitarias) y Elafin (inhibidor específico de elastasa), entre otros (8).

Diversos estudios han mostrado la importancia que tienen estas proteínas antivirales en la respuesta que se lleva a cabo en la mucosa, principalmente en la vaginal y gastroin-

testinal. De hecho, los mecanismos de acción antiviral que ejercen estas proteínas han servido como modelos para proponer nuevas alternativas preventivas para la infección por VIH. Estas estrategias incluyen el uso de microbicidas en forma de geles o lubricantes aplicados en la mucosa vaginal o anal que pueden contener moléculas con actividad antiviral que bloqueen las glicoproteínas virales que interactúan con los receptores y correceptores celulares, y de esta manera inhiban la unión y la fusión de la envoltura viral y la membrana celular. Algunas investigaciones han soportado el uso potencial de estas estrategias. Sin embargo, aún no existen estudios contundentes que sirvan de soporte para la comercialización de estos productos (5).

La evidencia presentada y el hecho de que las mucosas son la principal puerta de entrada de los antígenos al organismo, resalta la importancia de caracterizar la respuesta inmune en las mucosas. Sin embargo, existen las siguientes limitantes importantes a la hora de adelantar estos estudios: recolección y disponibilidad de las muestras; variabilidad entre personas y superficies mucosas; interacciones entre la flora normal y los microorganismos patógenos y la dificultad para realizar cultivos *in vitro* por problemas de contaminación.

Referencias

1. Brandtzaeg P. 'ABC' of mucosal immunology. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program* 2009; 64:23-38.
2. Iijima H, Takahashi I, Kiyono H. Mucosal immune network in the gut for the control of infectious diseases. *Rev Med Virol* 2001; 11: 117-133.
3. Garside P, Millington O, Smith KM. The anatomy of mucosal immune responses. *Ann N Y Acad Sci* 2004; 1029: 9-15.
4. Nagler-Anderson C. Functional aspects of the mucosal immune system. *Adv Exp Med Bio* 2006; 579: 15-23.
5. Shattock RJ, Moore JP. Inhibiting sexual transmission of HIV-1 infection. *Nat Rev Microbiol* 2003; 1: 25-34.
6. Hladik F, McElrath MJ. Setting the stage: host invasion by HIV. *Nat Rev Immunol* 2008; 8: 447-457.
7. Klatt NR, Chomont N, Douek DC, et al. Immune activation and HIV persistence: implications for curative approaches to HIV infection. *Immunol Rev* 2013; 254: 326-342.
8. Taborda-Vanegas N, Zapata W, Rugeles MT. Genetic and Immunological Factors Involved in Natural Resistance to HIV-1 Infection. *Open Virol J* 2011; 5: 35-43.

9. Nittayananta W, Kemapunmanus M, Yangngam S, Talungchit S, Sriplung H. Expression of oral secretory leukocyte protease inhibitor in hiv-infected subjects with long-term use of antiretroviral therapy. *J Oral Pathol Med* 2013; 42: 208-215.
10. Grutter MG, Luban J. trim5 structure, hiv-1 capsid recognition, and innate immune signaling. *Curr Opin Virol* 2012; 2: 142-150.
11. Vandegraaff N, Engelman A. Molecular mechanisms of HIV integration and therapeutic intervention. *Expert Rev Mol Med* 2007; 9: 1-19.
12. Svarovskaia ES, Xu H, Mbisa JL, et al. Human apolipoprotein B mrna-editing enzyme-catalytic polypeptide-like 3G (apobec3g) is incorporated into hiv-1 virions through interactions with viral and nonviral rnas. *J Biol Chem* 2004; 279: 35822-35828.
13. White TE, Brandariz-Nunez A, Valle-Casuso JC, et al. Contribution of sam and hd domains to retroviral restriction mediated by human samhd1. *Virology* 2013; 436: 81-90.

Mecanismos de resistencia natural a la infección por el vih-1: Quince años de investigación en Colombia

María Teresa Rugeles L

PhD. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. M. Sc. Medical Unievrsity Of South Carolina. Bacteriología y Laboratorio Clínico, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Profesora titular e investigadora de la Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Grupo Inmunovirología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Wildeman Zapata Builes

PhD. Biología, Universidad de Antioquia. M. Sc. Biología, Universidad de Antioquia. Bacteriología y Laboratorio Clínico, Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina, Universidad Cooperativa de Colombia. Grupo Infettare – Universidad Cooperativa de Colombia.

Wbeimar Aguilar Jiménez

PhD. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. M. Sc. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. Biólogo, Universidad de Antioquia. Grupo Inmunovirología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Natalia Andrea Taborda Vanegas

PhD. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. M. Sc. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. Microbiología y Bioanálisis, Universidad de Antioquia. Grupo Inmunovirología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Sandra Milena González Díaz

MSc. Ciencias básicas biomédicas con énfasis en inmunología. Microbiología y bioanálisis.

Paula Andrea Velilla Hernández

PhD. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. M. Sc. Ciencias básicas biomédicas, Universidad de Antioquia. Bacteriología y Laboratorio clínico, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Grupo Inmunovirología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Carlos Julio Montoya Guarín

PhD. Ciencias básicas inmunología. M. Sc. Ciencias básicas biomedicas. Médico, Universidad de Antioquia. Grupo Inmunovirología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Introducción

La historia natural de la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (vih-1) es un proceso complejo y variable que, de manera similar a otras infecciones, ha hecho evidente la existencia de mecanismos de resistencia natural. Estos mecanismos, de naturaleza genética y/o inmune, inhiben el establecimiento de la infección o la progresión de la enfermedad. A continuación se revisan los diferentes mecanismos hasta ahora asociados a la resistencia al vih-1 y se presentan los principales resultados derivados de quince años de investigación en este tema en individuos colombianos.

El principal mecanismo genético hasta el momento asociado con la resistencia a la infección por el vih-1 es la mutación $\Delta 32$ en el gen *ccr5* (1,2). Sin embargo, el genotipo $\Delta 32/\Delta 32$ solo está presente en 2 al 4% de los individuos caucásicos (3-5). Otras variantes en los genes de las quimoquinas han sido estrechamente relacionados más con progresión lenta que con resistencia a la infección (6-7). El grado de concordancia del complejo mayor de histocompatibilidad (cmh) entre la madre y el neonato se ha propuesto como un factor determinante en la incidencia de la transmisión vertical (8); así mismo, la presencia de ciertos alelos clase I y II del cmh se han asociado también con la tasa de progresión de la enfermedad (9-12).

La apoptosis o muerte celular programada es un mecanismo importante de control durante la ontogenia del sistema inmunológico que también puede modular la susceptibilidad a las infecciones producidas por varios patógenos (13). De hecho, durante las infecciones virales, la apoptosis de las células blanco (14-15) o una fuerte respuesta antiviral caracterizada por las células inmunes polifuncionales podrían impedir la infección viral o su diseminación (16-20). Más recientemente, varios factores solubles producidos por diversas células han demostrado gran actividad antiviral como su función primaria o como un efecto accidental (21). Hasta el momento, nuestro grupo de investigación ha evaluado los siguientes aspectos/mecanismos relacionados con resistencia al vih-1:

Resistencia al establecimiento de la infección

Existen individuos que a pesar de haber estado expuestos al virus en múltiples ocasiones no presentan evidencia clínica ni serológica de estar infectados y se conocen como individuos expuestos al cmh-1, seronegativos (hesn). Las cohortes de hesn pueden tener exposición parenteral (usuarios de drogas intravenosas), exposición vertical (hijos no infectados nacidos de madres vih-1+) y exposición sexual (personas no infectadas compañeros sexuales frecuentes de individuos vih-1+). Hemos estudiado los siguientes aspectos en distintas cohortes de hesn:

1. La frecuencia de la mutación $\Delta 32$ en el gen *ccr5*. Solo uno de los individuos hesn, con exposición sexual, exhibió el genotipo homocigoto $\Delta 32/\Delta 32$, indicando que este mecanismo no es el principal responsable de la protección al vih-1 en esta cohorte de hesn (3,22).
2. La asociación de las siguientes variantes genéticas con resistencia/susceptibilidad a la infección por el vih-1: i) polimorfismos de un solo nucleótido (snp) en el promotor del gen *ccr5*; ii) la mutación $\Delta 32$ y iii) el snp *ccr2-V64I*. Al igual que nuestros estudios previos, la mutación $\Delta 32$ no se asoció con la resistencia del vih-1, ya que ninguno de

los individuos de esta nueva cohorte de hesn exhibió este genotipo. Por su parte, el alelo *ccr2-I* fue más frecuente en hesn sugiriendo que podría ser un factor protector (22).

3. La asociación entre el grado de discordancia del cmh del recién nacido y la madre, con la capacidad de producir factores solubles con actividad anti-vih *in vitro* y con la expresión de RNAsas en placenta. Se detectó actividad anti-vih-1 en los cultivos mixtos de linfocitos (bebé vs. mamá) y esta actividad se asoció con el grado de discordancia en el cmh clase I. Esta discordancia en el cmh también se asoció con la expresión de RNasa 1 en placenta, sugiriendo que la respuesta alogénica induce la expresión de esta proteína en placenta y la producción de factores solubles con actividad anti-vih-1, contribuyendo a la resistencia innata a este patógeno en el contexto de la transmisión vertical (23).
4. La apoptosis como mecanismo de resistencia, a través del cual algunos de los individuos hesn previenen el establecimiento de la infección por el vih-1. Los resultados mostraron que los monocitos de individuos hesn sufren un nivel significativamente mayor de apoptosis espontánea e inducida por el vih-1 en comparación con el grupo control, sugiriendo que después de la exposición viral, la apoptosis de las células blanco podría desempeñar un papel importante en evitar el establecimiento de la infección viral (24).
5. La asociación entre parámetros cuantitativos y funcionales de células dendríticas plasmacitoides (pdc), mieloides (mdc), monocitos, células nk e inkt con la resistencia natural a la infección por el vih-1. Las células nk e inkt de individuos hesn produjeron una cantidad significativamente mayor de ifn- γ en respuesta al estímulo, en comparación con el grupo control, lo que sugiere la participación de esta citoquina en el fenómeno de resistencia natural al vih-1 (25).
6. La asociación entre la expresión de beta defensinas humanas (hbd) y *slpi* y la condición de hesn. Los hesn expresaron un número mayor de copias de ARNm de *hbd-2* y *-3* (26) y de *slpi* (27) en mucosa, en comparación con controles sanos, lo que sugiere la participación de estos factores en la resistencia natural al vih-1.
7. La participación de la vitamina D (VitD) durante la exposición al vih-1, teniendo en cuenta que es un inmunomodulador importante que induce la expresión de péptidos antivirales. Se encontró una mayor expresión del arnm de VitD en plasma, mucosa y en las células mononucleares de hesn en comparación con controles sanos. La expresión de *hbd-2* y *-3* en la mucosa se correlacionó positivamente con la expresión de VitD en hesn. Finalmente, la VitD se asoció con niveles altos de IL-10 en sangre y mucosa, sugiriendo que esta podría ser un mediador importante de la respuesta antiviral, proporcionando un entorno antiinflamatorio, disminuyendo las células blanco del vih-1 (28).
8. La asociación de variantes en los genes de la VitD y de la respuesta antiviral con la resistencia a la infección por el vih-1 en cohortes de hesn expuestas sexualmente o en forma parenteral. Se encontraron interacciones entre los genes de la vía VitD y los de la respuesta antiviral asociadas con bajo riesgo de contraer la infección por el vih-1 (28).

Resistencia a la progresión de la enfermedad

Más recientemente, hemos estado interesados en la evaluación de los mecanismos implicados en el control espontáneo de la replicación del vih-1 en individuos infectados. Estos individuos conocidos como controladores del vih-1 son una población muy interesante, ya que controlan la replicación viral mostrando cargas virales bajas o indetectables en ausencia de tratamiento antirretroviral. En esta cohorte se hicieron las siguientes evaluaciones.

1. La asociación entre el control de la replicación viral con la frecuencia y el fenotipo de las células inmunes y la producción de factores solubles en respuesta a la estimulación con el vih-1. Los individuos controladores tuvieron una mayor expresión de slpi y mantuvieron la frecuencia normal de las células inmunes con bajos niveles de activación comparado con los individuos progresores. Estos resultados sugieren que el control de la activación inmune y la producción de proteínas antivirales por parte de las células inmunes innatas podrían ser parte de los mecanismos implicados en el control de la replicación del vih-1 y por ende en la preservación del sistema inmune (29).
2. La frecuencia de células del sistema inmune y la activación celular en los controladores también fue comparada con individuos que controlan la replicación viral mediante haart. Se encontró que el porcentaje de las células del sistema inmune fue mayor y que la expresión de moléculas de activación fue menor en los individuos que controlan espontáneamente la replicación viral, comparado con los que la controlan mediante haart, sugiriendo que el control espontáneo del virus está asociado con una respuesta inmune efectiva (30).
3. La expresión de moléculas asociadas con la patogénesis de esta infección: hiperactivación inmune y agotamiento inmunológico. Las células de los individuos controladores tienen una menor expresión de marcadores de activación y agotamiento (cd69, lag-3, pd-1 y Tim-3), así como niveles plasmáticos inferiores de citoquinas proinflamatorias (ip-10 y tnf-a), en comparación con los individuos progresores (datos sin publicar).
4. El nivel de productos microbianos en plasma. El daño en la mucosa gastrointestinal producido por el virus induce la traslocación de productos microbianos desde el intestino a sangre periférica. En los controladores hay niveles inferiores de lipopolisacáridos (lps) en plasma, comparado con los progresores, lo que podría indicar que los controladores sufren menos alteraciones en la mucosa gastrointestinal (datos sin publicar).
5. El patrón de respuesta inmune en el tejido linfoide asociado al intestino, el sitio más importante para la replicación viral. Los datos preliminares sugieren que, al igual que nuestras observaciones en sangre periférica, los individuos controladores conservan una frecuencia normal de las células inmunes en el intestino y también un perfil de activación más bajo comparado con individuos progresores. Cuando se evaluó la respuesta citotóxica en el tejido intestinal, observamos una mayor producción de citoquinas y de moléculas efectoras en las células T cd8+ y las células nk en individuos controladores en comparación con individuos progresores (datos sin publicar).

Estos estudios en cohortes colombianas han permitido comprobar el papel protector de algunos de estos mecanismos que habían sido previamente reportados en otras poblaciones, e igualmente han hecho posible postular nuevos factores protectores. Las investigaciones en curso en todo el mundo han dejado claro que el fenómeno de resistencia natural depende de múltiples factores con una influencia genética importante, y que solo estudios multicéntricos que incluyan personas con diferente composición genética pueden ayudar a establecer mecanismos universales de resistencia. Aumentar nuestro conocimiento en este campo contribuirá al desarrollo de nuevas medidas preventivas y terapéuticas.

Referencias

1. Samson M, Libert F, Doranz B, *et al.* Resistance to hiv-1 infection in caucasian individuals bearing mutant alleles of the CCR-5 chemokine receptor gene. *Nature* 1996; 382(6593): 722-725.
2. Liu R, Paxton W, Choe S, *et al.* Homozygous defect in HIV-1 coreceptor accounts for resistance of some multiply-exposed individuals to hiv-1 infection. *Cell* 1996; 86(3): 367-377.
3. Rugeles MT, Solano F, Díaz F, *et al.* Molecular characterization of the CCR 5 gene in seronegative individuals exposed to human immunodeficiency virus (hiv). *J Clin Virol* 2002; 23(3): 161-169.
4. Huang Y, Paxton W, Wolinsky S, *et al.* The role of a mutant ccr5 allele in HIV-1 transmission and disease progression. *Nature* 1996; 2(11): 1240-1243.
5. Deng H, Liu R, Ellmeier W, *et al.* Identification of a major co-receptor for primary isolates of hiv-1. *Nature* 1996; 381(6584): 661-666.
6. Winkler C, Modi W, Smith MW, *et al.* Genetic restriction of AIDS pathogenesis by an SDF-1 chemokine gene variant. ALIVE Study, Hemophilia Growth and Development Study (HGDS), Multicenter AIDS Cohort Study (MACS), Multicenter Hemophilia Cohort Study (MHCS), San Francisco City Cohort (SFCC). *Science* 1998; 279(5349): 389-393.
7. Smith MW, Dean M, Carrington M, *et al.* Contrasting genetic influence of ccr2 and ccr5 variants on hiv-1 infection and disease progression. Hemophilia Growth and Development Study (hgds), Multicenter AIDS Cohort Study (macs), Multicenter Hemophilia Cohort Study (mhcs), San Francisco City Cohort. *Science* 1997; 277(5328): 959-65.
8. MacDonald KS, Fowke K, Kimani J, *et al.* Influence of hla supertypes on susceptibility and resistance to human immunodeficiency virus type 1 infection. *J Infect Dis* 2000; 181(5): 1581-1589.

9. Mikhail M, Wang B, Saksena NK. Mechanisms involved in non-progressive hiv disease. *aids reviews* 2003; 5: 230–44.
10. Kelleher AD, Long C, Holmes E, *et al.* Clustered mutations in hiv-1 gag are consistently required for escape from hla-B27-restricted cytotoxic T lymphocyte responses. *J Exp Med* 2001; 193(3): 375-386.
11. Ferre AL, Hunt P, McConnell D, *et al.* hiv controllers with hla-drb1*13 and hla-dqb1*06 alleles have strong, polyfunctional mucosal cd4+ T-cell responses. *J Virol* 2010; 84(21): 11020-11029.
12. Gillespie GMA, Kaul R, Dong T, *et al.* Cross-reactive cytotoxic T lymphocytes against a hiv-1 p24 epitope in slow progressors with B*57. *aids* 2002; 16(7): 961-972.
13. Hildeman D, Jorgensen T, Kappler J, *et al.* Apoptosis and the homeostatic control of immune responses. *Curr Opin Immunol* 2007; 19(5): 516-521.
14. Clouston WM, Kerr J. Apoptosis, lymphocytotoxicity and the containment of viral infections. *Med hypotheses* 1985; 18(4): 399-404.
15. Clem RJ, Fechheimer M, Miller L. Prevention of apoptosis by a baculovirus gene during infection of insect cells. *Science* 1991; 254(5036): 1388-1390.
16. Sierra S, Kupfer B, Kaiser R. Basics of the virology of hiv-1 and its replication. *J Clin Virol* 2005; 34(4): 233-244.
17. DeVico AL, Gallo R. Control of HIV-1 infection by soluble factors of the immune response. *Nat Rev Microbiol* 2004; 2(5): 401-413.
18. Welsh RM, Lin MY, Lohman BL, *et al.* Alpha beta and gamma delta T-cell networks and their roles in natural resistance to viral infections. *Immunol Rev* 1997; 159: 79–93.
19. Wallace M, Malkovsky M, Carding SR. Gamma/delta T lymphocytes in viral infections. *J Leukoc Biol* 1995; 58: 277–83.
20. Selin LK, Santolucito P, Pinto A, *et al.* Innate immunity to viruses: control of vaccinia virus infection by gamma delta T cells. *J Immunol.* 2001;166(11):6784-6794.
21. Taborda-Vanegas N, Zapate W, Rugeles MT. Genetic and Immunological Factors Involved in Natural Resistance to hiv-1 Infection. *Open Virol J* 2011; 5: 35–43.
22. Zapata W, Aguilar-Jiménez W, Pineda-Trujillo N, *et al.* Influence of CCR5 and CCR2 genetic variants in the resistance/susceptibility to hiv in serodiscordant couples from Colombia. *aids Res Hum Retroviruses* 2013; 29(12): 1594-1603.

23. [Bedoya VI, Jaimes F, Delgado J, et al.](#) Fetal-maternal hla-a and -b discordance is associated with placental RNase expression and anti-HIV-1 activity. *Curr HIV Res* 2008; 6(4): 380-387.
24. [Velilla PA, Hoyos A, Rojas M, et al.](#) Apoptosis as a mechanism of natural resistance to hiv -1 infection in an exposed but uninfected population. *J Clin Virol* 2005; 32(4): 329-335.
25. [Montoya CJ, Velilla P, Chougnnet C, et al.](#) Increased ifn-gamma production by nk and cd3+/ cd56+ cells in sexually hiv-1-exposed but uninfected individuals. *Clin Immunol* 2006; 120(2): 138-146.
26. [Zapata W, Rodríguez B, Weber J, et al.](#) Increased levels of human beta-defensins mrna in sexually hiv-1 exposed but uninfected individuals. *Curr HIV Res* 2008; 6(6): 531-538.
27. [Taborda N, Zapata-Builes W, Montoya C, et al.](#) Short communication: Increased expression of secretory leukocyte protease inhibitor in oral mucosa of Colombian HIV type 1-exposed seronegative individuals. *AIDS Res Hum Retroviruses* 2012; 28: 1059-1062.
28. [Aguilar-Jiménez W, Zapata W, Caruz A, et al.](#) High Transcript Levels of Vitamin D Receptor Are Correlated with Higher mrna Expression of Human Beta Defensins and IL-10 in Mucosa of hiv-1-Exposed Seronegative Individuals. *PloS one* 2013; 8(12): 1-9.e82717.
29. [Taborda NA, Cataño J, Delgado J, et al.](#) Higher slpi expression, lower immune activation, and increased frequency of immune cells in a cohort of Colombian hiv-1 controllers. *J Acquir Immune Defic Syndr* 2012; 60(1): 12-19.
30. [Taborda NA, Rugeles M, Montoya C.](#) Spontaneous control of hiv replication, but not haart-induced viral suppression is associated with lower activation of immune cells. *J Acquir Immune Defic Syndr* 2014; 66(4): 365-369.

Jhon Harold Estrada Montoya

PhD. Salud pública, Universidad Nacional de Colombia. M. Sc. Educación comunitaria, Pontificia Universidad Javeriana. M. Sc. Salud pública, Universidad Nacional de Colombia. Odontólogo, Universidad Nacional de Colombia. Grupo de investigación Salud Colectiva. Profesor titular de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia.

María Consuelo Suárez Mosquera

Odontóloga, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Periodoncia, Universidad Nacional de Colombia.

Introducción: los pacientes con vih-sida desarrollan diversas manifestaciones de inmunodeficiencia. En boca se destacan la candidiasis oral, leucoplasia vellosa, sarcoma de Kaposi, linfoma no Hodgkin y tres formas de enfermedad periodontal (eritema gingival marginal, gingivitis úlcero-necrotizante y periodontitis úlcero-necrotizante). Con la extensión de la terapia antirretroviral. La prevalencia de estas manifestaciones (excepto úlceras y verrugas por papilomavirus) ha disminuido en todo el mundo. Se ha investigado la presencia de algunas enfermedades inflamatorias y su relación con la reactivación de la replicación del vih. **Objetivo:** establecer la relación existente entre la enfermedad periodontal y la reactivación del vih. **Materiales y métodos:** se obtuvieron los artículos en texto completo y en cualquier idioma. De aquellos que cumplieron los criterios de inclusión, se ingresó la información en una base de datos de Excel. Se realizó lectura de cada artículo por dos investigadores, quienes calificaron según la escala de sesgos Cochrane para estudios experimentales y ponderación de calidad de las revisiones de literatura. **Resultados:** de 38 artículos preseleccionados, 12 cumplieron los criterios de inclusión. De estos, 10 son estudios experimentales y 2 artículos teóricos. La producción de la investigación sobre esta temática está concentrada en tres grupos de investigación de Estados Unidos, Japón y Sudáfrica. Se investigó la respuesta del contacto de productos y/o subproductos de *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum* y *Treponema denticola* con diferentes grupos celulares (linfocitos-T, macrófagos, células dendríticas). Los mecanismos moleculares implicados en la reactivación de la replicación del vih son: activación genética del promotor del vih y acetilación/deacetilación de histonas de la cromatina en células infectadas con vih, bien por activación de citoquinas proinflamatorias (tnf, tnf-b, il1b, il6) o por productos metabólicos (como el ácido butírico) de los patógenos estudiados. **Conclusiones:** la investigación de la relación entre la enfermedad periodontal y la reactivación de la replicación del vih es escasa y se limita a estudios experimentales *in-vitro* y artículos teóricos. Los investigadores plantean que la presencia de enfermedad periodontal en personas con vih podría acompañarse de estimulación constante por citoquinas proinflamatorias y/o metabolitos bacterianos sobre el material genético viral integrado en diferentes grupos celulares del huésped, especialmente en el tejido conectivo periodontal. Hipotetizan que lo anterior provocaría el paso de un estado de latencia a uno de replicación activa del vih, que de no controlarse podría interferir con la terapia antirretroviral, produciendo bien, una falla terapéutica y/o el desencadenamiento de un cuadro de sida, alterando la calidad de vida y sobrevida de los pacientes.

Palabras clave: reactivación, vih, enfermedad periodontal, terapia antirretroviral, latencia

Jorge Pardo Abisambra

Especialista en Rehabilitación Oral, Rehabilitador maxilofacial, Universidad Nacional de Colombia. Área de interés: Prótesis maxilofacial e implantes. Profesor de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia.

Objetivo: mediante la presentación de un caso clínico de alta complejidad se pretende establecer la correlación existente entre la investigación y su posición en la toma de decisiones clínicas frente a los casos clínicos a los que nos vemos enfrentados día a día.

Materiales y métodos: la secuencia lógica entre el recibimiento de un paciente, su patología y las posibles vías de tratamiento deben ser estudiadas juiciosamente y a profundidad por el clínico antes de tomar una decisión y acción de tipo irreversible en la conducta a seguir. **Resultado:** mediante esta presentación se expone una secuencia lógica para realizar este tipo estudio, revisando las diferentes investigaciones relacionadas para así llevar a cabo un tratamiento exitoso y acorde con las necesidades del paciente. **Conclusión:** a través del seguimiento de esta metodología se logra una alta comprensión de la condición del paciente, disminución del riesgo en la intervención y una mayor satisfacción por parte del paciente.

Salud oral en adultos mayores institucionalizados. Algunos factores relacionados

Dairo Javier Marín Zuluaga

PhD. Investigación en Odontología, Universidad de Granada, España. M. Sc. Gerodontología Social, Universidad Autónoma de Madrid, España. Especialista en Rehabilitación Oral, Universidad Nacional de Colombia. Odontólogo, Universidad Nacional de Colombia. Área de interés: Gerodontología. Grupo de investigación en Gerodontología de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia.

José Antonio Gil Montoya

PhD. Odontología, Universidad de Granada, España. Profesor titular de la Facultad de Odontología, Universidad de Granada, España. Coordinador Máster Universitario en Investigación en Odontología, Universidad de Granada, España.

Willumsen Tiril

Profesora investigadora, Institute of Clinical Dentistry, Faculty of Dentistry, Noruega. Proyectos en Prevención oral, Infecciones en pacientes mayores institucionalizados.

Introducción: la salud oral (so) de adultos mayores institucionalizados es el resultado de múltiples factores y la salud está asociada con niveles distintos: individuales, comunitarios y organizacionales. La implementación de programas de entrenamiento en salud bucal para cuidadores es importante pero no suficiente para garantizar la salud bucal de los mayores institucionalizados. **Objetivos:** se buscó explorar algunos factores de riesgo para pobre salud bucal y el efecto de esta sobre el riesgo de muerte de mayores institucionalizados. También se pretendió estudiar un programa de formación a cuidadores, evaluando su cambio en conocimientos y el mejoramiento de la salud bucal de los residentes después de doce meses. **Materiales y métodos:** se diseñó un estudio controlado longitudinal y uno de corte, basados en dos muestras (Oslo y Granada) de mayores institucionalizados, con al menos tres dientes naturales remanentes o usuarios de prótesis total. Del estudio principal se generaron tres estudios, uno de corte y dos prospectivos. Los cuatro estudios analizan diferentes aspectos y contribuyen al entendimiento de la salud buco-dental de los mayores institucionalizados. Se exploran algunos factores personales que afectan la salud bucal, como el estado cognoscitivo, la percepción de la calidad de vida relacionada con la salud bucal (oh-QoL), la dependencia para el cuidado bucal, y el comportamiento durante el cuidado. También se exploran algunos factores organizacionales como las políticas institucionales de salud buco-dental y el conocimiento y prácti-

cas en salud bucal de los cuidadores. **Resultados y conclusiones:** los residentes con deterioro cognoscitivo leve tienen mejor percepción de la oh-QoL que los que tienen estado cognoscitivo normal. Tener deterioro cognoscitivo severo y usar prótesis totales incrementa significativamente el riesgo de muerte. Los residentes cuyos dientes eran limpiados por los cuidadores presentaron peor higiene bucal que los independientes. En la muestra de Oslo, el 48 % de los residentes con deterioro cognoscitivo moderado o severo seguían realizando su higiene bucal y esta era tan buena como la de los residentes independientes. Los residentes no cooperadores durante la higiene bucal presentaron la peor higiene y más caries que los cooperadores.

La efectividad de los programas de formación a cuidadores en cuanto a incremento de conocimientos está reportada en muchos estudios, pero es controversial en cuanto al mejoramiento de la salud bucal de los residentes. Nuestro programa fue efectivo en ambos niveles, mejoró los conocimientos y prácticas de los cuidadores sobre la salud bucal de los residentes y mejoró el estado de salud bucal de los mismos.

Bio-fabricación, cad-cam y el futuro de las soluciones individualizadas en odontología

Carlos Julio Cortés-Rodríguez

PhD. Ingeniería de la Universidad de Kassel, Alemania. Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Director del grupo de investigación en Biomecánica de la Universidad Nacional de Colombia.

Objetivos: presentar el estado del conocimiento, estrategias, tecnología reciente e investigaciones para enfrentar problemáticas en odontología que requieren solución individualizada. Presentar los conceptos centrales de la bio-fabricación y tendencias futuras dentro de la odontología. Dar a conocer las posibilidades de la tecnología cad-cam (diseño y fabricación por computador) en los procedimientos de fabricación odontológica y planeación quirúrgica. **Materiales y métodos:** las metodologías que involucran soluciones individualizadas parten de la información proveniente del paciente mediante procesos de ingeniería inversa (*Reverse Engineering*) basados en el uso de imágenes obtenidas por resonancia magnética (*mri: Magnetic Resonance Images*), tomografía axial computarizada (*ct: Computer Tomography*) y escáneres tridimensionales (*3D Scanners*), basados en láser o en luz estructurada. A partir de esta información, utilizando técnicas de reconstrucción, se generan modelos tridimensionales empleando algoritmos de computación gráfica para obtener la información de diseño asistido por computador (*cad: Computer Aided Design*), la cual permite la conceptualización de la solución de fabricación o de planeación. Para materializar la solución se tienen dos vías principalmente, la fabricación por sustracción, conocida como mecanizado (*Machining Processes*) y la fabricación aditiva (*Additive Manufacturing*), dentro de la cual se encuentra la impresión 3D (*3D Printing*). En la fabricación por sustracción se usa la fabricación asistida por computador (*cam: Computer Aided Manufacturing*), la cual permite generar datos para la operación de las máquinas de control numérico computarizado (*cnc: Computer Numerical Control*) que van a fabricar las geometrías de alta complejidad requeridas. En la fabricación aditiva se parte del modelo tridimensional cad y mediante algoritmos de generación de capas y trayectorias se genera la información (en formato stl generalmente) para las máquinas de impresión tridimensional. La fabricación aditiva ha permitido la producción de partes en polímeros, metales y cerámicas. **Resultados:** mediante tecnología cad-cam se han podido obtener

productos odontológicos de alta complejidad geométrica y precisión que han disminuido los tiempos de ciclo de fabricación. Recientemente la fabricación aditiva ha permitido la generación de constructos (*Scaffolds*) para aplicación en ingeniería de tejidos. La geometría de los constructos se puede bio-funcionalizar, lo que permite la aplicación en situaciones donde se requiere regeneración de tejido involucrando geometrías complejas. Lo anterior ha dado paso a procesos de bio-fabricación (*Bio-manufacturing*). **Conclusiones:** la tecnología cad-cam y la bio-fabricación han generado un conjunto de posibilidades que le permitirán al odontólogo la solución de problemáticas de una manera más eficaz y con alta calidad, en los comienzos de la era de la odontología digital.

Palabras clave: bio-fabricación, impresión 3D, cad-cam en odontología, ingeniería inversa en odontología, odontología digital.

Biomecánica y mecanobiología en salud oral y odontología

Diego Garzón Alvarado

PhD. Mecánica computacional. M. Sc Ingeniería mecánica. M. Sc. Materiales y manufactura de procesos. Ingeniero. Profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia, Laboratorio de Biomiméticos. Instituto de Biotecnología, Grupo de Modelado y Métodos Numéricos en Ingeniería (gnum), Universidad Nacional de Colombia.

Siguiendo la suposición de que la hormona paratiroidea péptida relacionada (pthrP) y el Indian Hedgehog forman un bucle regulatorio para la formación endocondral y bmp2 y Noggin para el proceso regulatorio de la formación intramembranosa, esta charla muestra aquellos procesos regulatorios utilizados para representar fenómenos de salud oral. Para este propósito, se utilizaron ecuaciones de reacción-difusión que son ampliamente utilizadas en morfogénesis, en las cuales los factores bioquímicos se suponen secretados por precursores celulares. Además se presentan ejemplos de formación de túbulos dentinales, ubicación de odontoblastos, tratamiento de sutura palatina entre otros ejemplos.

Palabras clave: odontología, simulación, biomecánica, reacción-difusión, edp.

Descarga de cmv en saliva de pacientes receptores de trasplante

Juliana Díaz Osorio

Especialista en Estomatología pediátrica y ortopedia maxilar. Odontóloga, Universidad Nacional de Colombia. Odontóloga, Universidad Autónoma de Manizales. Grupo de investigación: Patogénesis infecciosa, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia.

Sonia del Pilar Bohórquez Ávila

Candidata a PhD. en Ciencias biomédicas, Universidad El Bosque. M. Sc. Patología bucal, Universidad De Sao Paulo. Odontóloga, Universidad Nacional de Colombia. Líneas de investigación: Mucositis oral, Biología celular e Inmunología de la infección por virus herpes simplex tipo I, Infecciones orales asociadas al hongo *Candida* spp. Profesora de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Grupo de investigación: Patogénesis infecciosa, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia.

Jaime Eduardo Castellanos Parra

PhD. Ciencias químicas, Universidad Nacional de Colombia. M. Sc. Farmacología, Universidad Nacional de Colombia. Odontólogo, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Profesor catedrático titular. Docente de planta de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Áreas de investigación: Infecciones orales y repercusiones sistémicas, Virus neurotrópicos, Biología celular e inmunología de la infección viral. Coordinador grupo de investigación de Virología. Grupo de investigación: Patogénesis infecciosa, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia.

Flor Marcela Estupiñán Piñeros

Especialista en Pediatría, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Oncohematología pediátrica, Universidad Nacional de Colombia. Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Experiencia profesional en Hospital Cardiovascular del Niño de Cundinamarca, Fundación Hospital de La Misericordia. Línea de investigación: Trasplantes de progenitores hematopoyéticos en pediatría.

Mauricio Chaparro Alzogaray

Especialista en Pediatría, Universidad Nacional de Colombia. Médico, Escuela Colombiana de Medicina. Línea de investigación: Trasplantes de progenitores hematopoyéticos en pediatría. Unidad de Trasplante de Precusores Hematopoyéticos, Fundación Hospital de la Misericordia.

Ana María Low Calle

MSc. Ciencias básicas biomédicas, Universidad El Bosque. Bióloga, Universidad Nacional de Colombia. Se desempeñó como Joven investigador en el Instituto de Virología de la Universidad El Bosque. Profesora asistente de la Universidad El Bosque en el instituto, Unidad de Investigación Básica. Áreas de actuación: Ciencias biológicas, Virología, Biología celular y Microbiología. Actualmente es estudiante doctoral en el departamento de Biología de Columbia University.

Introducción: citomegalovirus (cmv) pertenece a la familia *Herpesviridae* subfamilia *Beta-herpesvirinae* y se conoce también como virus herpes humano 5. Entre el 60 % y 100 % de la población mundial está infectada o es portadora del virus. Por lo general la infección se adquiere temprano en la vida y puede transmitirse a través de fluidos corporales. Después de la infección primaria, cmv no se elimina completamente del hospedero sino que permanece latente en células progenitoras cd34+, monocitos de sangre periférica, macrófagos, células dendríticas, fibroblastos, células endoteliales, células epiteliales, neuronas, y células de musculo liso. Las glándulas salivares también constituyen una localización importante de persistencia de cmv. La replicación viral en las células acinares y la descarga subsecuente en la saliva son un vehículo crucial para la trasmisión horizontal. Esta descarga viral por saliva puede resultar en reinfección de tejidos y órganos. El trasplante de precusores hematopoyéticos requiere un régimen de acondicionamiento que genera inmunosupresión. Esta situación puede predisponer al paciente a la reactivación de la infección por cmv, con complicaciones como neumonía, retinitis, encefalitis, problemas gastrointestinales y enfermedad injerto contra huésped. **Objetivos:** detectar por pcr convencional la presencia de adn de cmv en muestras de saliva de pacientes de la Unidad de Trasplante de Precusores Hematopoyéticos. Evaluar el comportamiento a través del tiempo y establecer si existe asociación entre las descargas positivas, el recuento leucocitario y el tipo de trasplante. **Materiales y Métodos:** semanalmente se recolectó saliva estimulada a los pacientes que ingresaron a la unidad de trasplante en el año 2012. Se diseñaron primers sobre un fragmento del gen que codifica para la proteína estructural UL56 de cmv y que amplifican un fragmento de 242 pb y se realizó pcr convencional. De las historias clínicas se obtuvo la información de edad, sexo, tipo de trasplante y recuento leucocitario. **Resultados:** se incluyeron 17 pacientes con edades entre los 3 y los 17 años, nueve mujeres y ocho hombres. De los 17 pacientes examinados, se detectó adn de cmv en saliva en cuatro pacientes, con recuentos leucocitarios por debajo de 200 cel./uL. Las descargas fueron asintomáticas. Estos pacientes recibieron trasplante alogénico de cordón umbilical. **Conclusiones:** mediante pcr convencional se demostró descarga asintomática en saliva de cmv en cuatro de 17 pacientes evaluados, en relación con recuentos leucocitarios bajos y trasplante alogénico de cordón umbilical.

Palabras clave: descarga viral, saliva, citomegalovirus, trasplante de precusores hematopoyéticos.

Descripción de patrones morfológicos mandibulares en relaciones esqueléticas I, II y III

Nancy Esperanza Castro Guevara

MSc. Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. dmd, Pontificia Universidad Javeriana. Especialista en Ortodoncia, Universidad Nacional de Colombia. Miembro del grupo de investigación en Crecimiento y Desarrollo Craneofacial.

Introducción: el análisis de la variación morfológica craneofacial es útil en la descripción y clasificación de relaciones esqueléticas, para ello se han utilizado métodos univariados y multivariados, considerando variables como distancias, ángulos y planos de referencia. Estos métodos no explican cambios generales de la forma y proporcionan una descripción parcial y localizada de esta. La morfometría geométrica (mg) permite un examen más sensible de las variables y una comprensión detallada de sus asociaciones. **Objetivo:** describir patrones morfológicos mandibulares (pmm) en relaciones esqueléticas I, II y III, utilizando mg-2D. **Materiales y métodos:** apartir del estudio prospectivo de muestreo no probabilístico, se tomaron 204 radiografías laterales de cráneo (102 hombres/102 mujeres) con relaciones esqueléticas I, II y III de individuos colombianos entre 17 y 25 años. Se obtuvieron coordenadas de siete *landmarks* y 23 *semilandmarks* para describir contorno de mandíbula. Se determinó el error intra-examinador por medio de Anova-II y detección de datos atípicos por distribución en bagplot bivariado. Se evaluó dimorfismo sexual a partir de la prueba de Hotelling. Se realizó análisis generalizado de Procrustes (agp) sobre *semilandmarks* deslizados. Se analizó la variación de pmm con Manova no paramétrica. La identificación de pmm se determinó mediante análisis de componentes principales (acp) y análisis de variables canónicas (avc), la descripción y visualización de pmm se llevó a cabo mediante análisis de deformaciones relativas. Se realizó análisis discriminante a partir de las variables canónicas obtenidas en el acv. **Resultados:** el error intraobservador en la digitalización fue menor al 3%. Se encontró dimorfismo sexual en relaciones esqueléticas I y II ($p < 0,05$). La muestra fue separada en hombres y mujeres por relación esquelética. En el acp los componentes 1 a 3 explicaron una varianza del 57 %. El avc mostró separación entre grupos siendo clase I y III los más disímiles. Se encontraron diferencias significativas a nivel conformacional entre los pmm ($p < 0,05$). El análisis discriminante mostró una capacidad clasificatoria alta. **Conclusiones:** el estudio de la conformación utilizando *semilandmarks* deslizados muestra mayor sensibilidad para capturar y analizar la variación morfológica en estructuras sin puntos discretos, ofreciendo mayor resolución. La variación conformacional en mandíbula se distribuye a lo largo de diversos componentes que deben evaluarse de manera sinérgica acumulando así mayores y mejores elementos de juicio en decisiones clínicas. **Fuente de financiación:** Centro de Investigación y Extensión, maestría en Odontología, Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia.

Palabras clave: morfometría geométrica 2D, *landmark semilandmarks*, morfología, dimorfismo sexual.

Nury Tatiana Jiménez Ortégón

MSc. Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Grupo Crecimiento y Desarrollo y Gerodontología, Universidad Nacional de Colombia. Grupo uibo, Universidad El Bosque.

José Manuel González Carreño

MSc. Microbiología. Especialista en Endodoncia. Profesor asociado. Grupo Gerodontología, Universidad Nacional de Colombia.

Sandra Janeth Perdomo Lara

PhD. Ciencias Biológicas. Bióloga. Profesora asistente. Grupo uibo, Universidad El Bosque.

Juan Carlos Munévar Niño

MSc. Ciencias Biológicas y Biomédicas. MSc. Biología Ósea. Especialista en Biología oral. Postgrado en Bioética. Profesor asociado. Grupo uibo, Universidad El Bosque.

Introducción: el tejido óseo es altamente dinámico y especializado, y tiene la capacidad de regenerarse, sin embargo, cuando la lesión es de tamaño crítico es necesario el uso de biomateriales que son capaces de soportar la proliferación, la migración celular y de sustituir el tejido original o integrarse a él. El interés del ser humano por incrementar su expectativa de vida hace que la ingeniería de tejidos y la medicina regenerativa haya ganado una atención constante en el campo de la odontología reconstructiva y ortopedia. En la ingeniería de tejidos es necesario el uso de células stem mesenquimales, mediadores químicos y biomateriales que actúen como soportes tridimensionales y además sean capaces de promover y dirigir la actividad celular. La actividad celular en los soportes tridimensionales es dinámica, por lo que actualmente es necesario realizar trabajos de investigación que analicen cómo influye el biomaterial en la proliferación, adhesión, migración y diferenciación celular, y cómo es la interacción entre célula-interface del soporte tridimensional. **Objetivo:** el objetivo del estudio fue evaluar la adhesión, proliferación y diferenciación de células stem de pulpa dental humana (hdpscs) en matrices de ácido poliláctico/glicólico con hidroxiapatita (plga/ha). **Materiales y métodos:** estudio experimental *in vitro*. Se sembraron hdpscs en compositos 3D biodegradables, macroporosos y altamente interconectados de plga/ha suplementados con medio de diferenciación osteogénica Stempro®. La inmunocarterización de las hdpscs fue por citometría de flujo. La diferenciación celular de las hdpscs sembradas en los soportes 3D se evaluó por rt-pcr, la viabilidad y proliferación celular con resazurina, morfología y adhesión por microscopía electrónica de barrido (sem). Cada experimento se hizo por triplicado. Se analizaron los datos por medio de un modelo de log-lineal. **Resultados:** el inmunofenotipo de las hdpscs fue confirmado mediante la expresión de cd105+/cd90+/cd73+/cd34-/cd45-. Los resultados demuestran que las hdpscs fueron diferenciadas a células similares a osteoblastos; la diferenciación fue identificada por la expresión de los marcadores de diferenciación osteogénica *runx2*, *alp*, *col i*, *opn*. La viabilidad de las células similares a osteoblastos fue de 101,35 %, lo que también indica proliferación celular. Se observó adhesión entre célula-matriz y establecimiento de uniones célula-célula. **Conclusión:** basándose en estos resultados se puede concluir que este composito 3D de plga/ha soporta la adhesión, proliferación y diferenciación celular y puede ser empleado en regeneración de tejido óseo.

Curvas de crecimiento para altura facial anterior y anchura bicigomática en niños de 0 a 4 años. Un enfoque bayesiano

Yuli Natalia López Rodríguez

MSc. Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Candidata a Magíster en Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana. Grupo de Investigación en Crecimiento y Desarrollo Craneofacial. Línea de investigación en Biometría Craneofacial Humana. Tesis Meritoria.

Clementina Infante-Contreras

Dmd. Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia y Especialista en Ortodoncia de la Universidad Autónoma de México. Profesora titular en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. Coordinadora del Programa de Maestría en Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Líder del grupo de investigación en Crecimiento y Desarrollo Craneofacial. Premio Orden Gerardo Molina, 2010.

Introducción: en la primera infancia el comportamiento del crecimiento facial ha sido reportado a través de la descripción de mediciones antropométricas que reflejan el desarrollo de órganos y estructuras anatómicas faciales. Dichos hallazgos deben monitorearse no solo a través de referentes de crecimiento expresados en tablas descriptivas, sino a través de curvas que puedan caracterizar este proceso, puesto que la cara es un área con un patrón de crecimiento individual y con gran variabilidad. Los modelos estadísticos clásicos se han utilizado con el objetivo de comprender la variabilidad de cambios morfológicos del crecimiento facial en un individuo o población, sin embargo, presentan algunas limitaciones. No obstante, existe otro enfoque caracterizado por considerar una interpretación distinta en términos de probabilidad usando distribuciones previas, para analizar un evento de manera más cercana a la realidad, y se conoce como *método bayesiano*. **Objetivo:** obtener curvas de crecimiento para variables de altura facial anterior y anchura bicigomática en niños de 0 a 4 años. **Materiales y métodos:** estudio transversal prospectivo que obedeció a criterios de selección por inclusión y exclusión obteniendo 513 niños colombianos residentes en Bogotá de 0 a 48 meses de edad (241 niñas y 272 niños). Dos examinadores tomaron las medidas de altura facial anterior y anchura bicigomática y tuvieron continua estandarización y entrenamiento en la recolección de datos. Se calculó el error intra e interexaminador a través de la prueba F/Anova. Se realizó la construcción de las curvas de crecimiento a través de un modelo bayesiano utilizando el software estadístico R 3.15 para analizar los datos. **Resultados:** curvas de crecimiento para altura facial anterior y anchura bicigomática en niños de 0 a 4 años de edad. **Conclusiones:** la metodología utilizada permitió la caracterización de las variables estudiadas. El análisis de perfiles de crecimiento es útil en procesos diagnósticos e intervenciones de alteraciones del desarrollo facial y debe involucrar más variables del complejo craneofacial.

Palabras clave: crecimiento craneofacial, modelo bayesiano, niños, curvas de crecimiento, biometría.

Desmineralización subsuperficial *in vitro* de esmalte dental humano

Gelen Patricia Bernett Zurita

Candidata a M. Sc. en Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Odontóloga, Universidad de Cartagena. Línea de investigación en Materiales dentales.

Carolina Torres Rodríguez

PhD. Doctorado Europeo. Investigación en Estomatología. Especialización en Rehabilitación Oral. dmd. Universidad Nacional de Colombia. Profesora asociada de la Universidad Nacional de Colombia. Líneas de investigación: Biomecánica, Materiales dentales, Remineralización. Tesis doctoral sobresaliente Cum Laude, Universidad de Granada, abril del 2010. Premio Unilever Hatton Competition and Awards, International Association Dental Research, Seccional Colombia, septiembre de 2010.

Edgar Delgado Mejía

MSc. Química, Universidad Estatal de Nueva York. Químico, Universidad Nacional de Colombia. Profesor de la Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. Líder de proyectos de investigación relacionados con Aplicaciones de materiales cerámicos o vítreos a la odontología, Producción de cerámicas y vidrios para aplicaciones en salud, Materiales cerámicos y vítreos biocompatibles. Grupo de Aplicación de Materiales a la Odontología (gramo) de la Universidad Nacional de Colombia.

Introducción: el esmalte dental actúa como una membrana semipermeable que permite un intercambio constante de sustancias con el medio oral, dando lugar a procesos fisiopatológicos como la desmineralización y la remineralización tanto en la superficie como en la subsuperficie. Para estudiar estos procesos es necesario simular artificialmente, de forma controlada y reproducible, situaciones habituales como la desmineralización subsuperficial, de manera que permita conocer los mecanismos de intercambio de masa para proponer nuevos materiales y técnicas mínimamente invasivas que logren la preservación de las estructuras dentales. **Objetivo:** proponer y evaluar técnicas de desmineralización artificial subsuperficial sobre el esmalte dental humano, por medio de análisis cualitativo clínico, radiográfico e histológico. **Materiales y métodos:** previa aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, con consentimiento informado de los donantes y siguiendo los protocolos de desinfección y almacenamiento dispuestos por el Banco de Dientes de la Universidad Nacional de Colombia, se recolectaron doce terceros molares humanos sanos con extracción indicada, que se desmineralizaron por medio de soluciones con ácido láctico racémico. Con el fin de ubicar y controlar una zona específica de tratamiento, se aislaron las superficies vestibulares de los especímenes por medio del diseño de ventanas con un método reversible mecánico evaluado. La muestra se repartió aleatoriamente en dos grupos: grupo 1 (G1) (n=6) ácido láctico pH 2,4 y grupo 2 (G2) (n=6) ácido láctico pH 5,4. Cada grupo se dividió aleatoriamente en tres subgrupos (n=2) para evaluar las superficies a tres tiempos de exposición del tratamiento (t1= siete días, t2= quince días, t3= treinta días), manteniéndolos a una temperatura constante de 37 °C. Posterior a la desmineralización, las muestras se almacenaron a 4 °C en saliva sintética isotónica. La evaluación de la desmineralización se realizó mediante cambios clínicos visuales por estereomicroscopio, cambios radiográficos por radiografía periapical milimetrada utilizando un software para análisis digital de imágenes y cambios histológicos por microscopía de polarización. **Resultados:** en todos los subgrupos tratados a pH 2,4 se evidenció clínicamente una desmineralización superficial del esmalte, con pérdida de integridad del mismo, lo cual fue observado también como zonas radiolúcidas en las imágenes radiográficas. Las muestras tratadas a pH 5,4, exhibieron una apariencia clínica desmineralizada tipo mancha blanca pero con preservación de la estructura superficial del esmalte, radiográficamente solo se evidenciaron cambios a través del análisis de densitometría. Histológicamente se observaron cambios en la estructura cristalina del contenido mineral, lo que se reflejó en la pérdida

de la propiedad de birrefringencia detectadas por medio de la microscopía. **Conclusiones:** se propuso y evaluó un método de desmineralización artificial subsuperficial sobre esmalte dental humano, por medio de análisis cualitativo de tipo clínico, radiográfico e histológico. Se obtuvieron en todos los especímenes cambios detectables clínicos y radiográficos en el esmalte tratado. El comportamiento más compatible con lesiones de tipo subsuperficial se observó en los tratamientos con pH 5,4.

Palabras clave: esmalte dental, ácido láctico, desmineralización dental, microscopía de polarización.

Análisis de esfuerzos residuales por difracción de rayos X en una zirconia Y-TZP de uso odontológico

Carlos Julio Cortes Rodríguez

PhD. Ingeniería (Dr.-Ing) de la Universidad de Kassel, Alemania, con tesis laureada Summa Cum Laude. Estudios de control automático en el kit (Kitakyushu, Japón). Magíster en Ciencias económicas con énfasis en industria y tecnología. Magíster en Materiales y procesos. Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente director de la Escuela Doctoral de la Facultad de Ingeniería (edi) de la Universidad Nacional de Colombia y coordinador del programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la misma institución. Grupo de investigación en Biomecánica de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, GIBM-UNCB.

Martha Lucía Calle Ujueta

MSc. Calidad y Gestión Ambiental, Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C. Especialización en Gerencia Social de la Educación, Universidad Pedagógica Nacional. Odontóloga, Universidad Nacional de Colombia. Línea de investigación: Materiales dentales. Profesora titular de la Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Grupo de investigación en Biomecánica de la Universidad Nacional de Colombia, GIBM-UNCB.

Carlos Andrés Gómez Salazar

Candidato a MSc. en Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Odontólogo, Universidad Nacional de Colombia. Línea de investigación: Biomateriales. Grupo de investigación en Biomecánica de la Universidad Nacional de Colombia, GIBM-UNCB.

Objetivo: determinar y cuantificar esfuerzos residuales en una zirconia 3y.tzp de uso odontológico. El comportamiento de un material, sus características morfológicas, así como sus propiedades mecánicas, generalmente las asociamos a diferentes factores macroscópicos como tamaño, forma, textura superficial, etc. Pero existen factores microscópicos como porcentaje y tipo de fase o fases cristalinas, factor de empaquetamiento atómico, y esfuerzos residuales entre otros, que son de relevancia para comprender el comportamiento mecánico. Para el análisis de estos últimos factores se requieren técnicas específicas con las cuales sea posible medir incluso, las distancias interatómicas en el material y de esta manera determinar si existe o no compresión o tensión en el material. **Materiales y métodos:** la difracción de rayos X es una técnica experimental no destructiva para el estudio y análisis de materiales, basada en el fenómeno de difracción de los rayos X por sólidos en estado cristalino, por la cual se pueden analizar las propiedades de un material tales como composición, estructura, textura, etc. En 1913 W.H Bragg y W.L. Bragg describieron la difracción y la interferencia de los rayos X en un cristal como reflexiones de los planos atómicos en la red cristalina. De esta manera es posible identificar las fases cristalinas de un material mediante comparación del patrón obtenido de la difracción de la muestra y los patrones de referencia de una base de datos, identificar elementos por cada pico en el difractograma, presencia de impurezas, cuantificar proporcionalmente las fases presentes en una muestra, etc. Al conocer las distancias interatómicas teóricas del material y compararlas con los resultados dados por la difracción, también es posible medir los esfuerzos residuales en la red cristalina del material, que es justamente el tema

central del presente trabajo. La aplicación de esta técnica y el análisis de los datos correspondiente permite observar el efecto de aplicar distintos tratamientos mecánicos a la zirconia y-tzp de uso odontológico, ya que se tendrán diferentes patrones de esfuerzos residuales y su incidencia en la falla del material en operación.

Aplicación del método de elementos finitos al análisis del material cementante en prótesis fijas implanto-dento soportadas

Carlos Cortes Rodríguez

PhD. Ingeniería (Dr.-Ing) de la Universidad de Kassel, Alemania, con tesis laureada Summa Cum Laude. Estudios de control automático en el kit (Kitakyushu, Japón). Magíster en Ciencias económicas con énfasis en industria y tecnología. Magíster en Materiales y procesos. Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente director de la Escuela Doctoral de la Facultad de Ingeniería (edi) de la Universidad Nacional de Colombia y coordinador del programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la misma institución.

Martha Calle Ujueta

Maestría en Calidad y Gestión Integral. Especialización en Gerencia Social de la Educación, Perfeccionamiento en Normalización y Control de Calidad de Materiales Dentales. Pregrado en Odontología. Profesora asociada con dedicación exclusiva en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia.

Mario Rodríguez Blanco

Especialización en Rehabilitación Oral. Maestría en Odontología (en curso). Pregrado en Odontología. Candidato a MSc. en Odontología de la Universidad Nacional de Colombia.

El método de elemento finito, como proceso matemático de uso en ingeniería, permite conocer el comportamiento de un sistema desde el punto de vista mecánico a partir de simulaciones computacionales. Esta técnica facilita homogenizar las muestras, definir y controlar los parámetros de estudio y eliminar los factores aleatorios que pueden alterar los resultados, además permite la construcción de estructuras en una, dos o tres dimensiones. El objetivo del estudio es observar cómo se comporta mecánicamente una prótesis fija convencional con pilares implante endoóseo y diente natural al usar dos materiales de cementación diferentes.

En este trabajo se seleccionó un paciente clase II de Kennedy inferior hasta segundo premolar, se realizó una simulación bidimensional a partir de una tomografía computarizada. Se digitalizó un implante 3I Certain® de 4.0/10 mm –hexágono interno– con un abutment protésico estándar de 8mm de alto que se posicionó a nivel de segundo molar inferior. Se modeló una prótesis parcial fija convencional metal/porcelana de tres unidades con pilares en el segundo premolar y en el implante. Se simularon dos tipos de cementación diferentes con ionómero de vidrio o con hidróxido de calcio. La prótesis fija fue sometida a cargas oclusales de 800 Newton distribuidas en las diferentes superficies de contacto y se evaluó la distribución de esfuerzos del sistema.

La resolución de la simulación mostró que los esfuerzos que recibe el ionómero de vidrio como material cementante sobrepasan sus límites de resistencia, que las cargas generadas sobre el hidróxido de calcio permiten a la parte interna de la prótesis un contacto directo con los muñones de soporte aumentando los esfuerzos que se reciben en las líneas terminales, especialmente a mesial tanto del implante como del pilar diente natural. Los resultados obtenidos en la distribución de esfuerzos de los modelos son compatibles con la información de la literatura reportada. Se sugiere continuar el proceso de análisis del modelo variando sus condiciones a partir de la información obtenida inicialmente, además realizar una simulación 3D para hacer un análisis comparativo con los resultados

obtenidos en el modelo 2D y finalmente aplicar al mismo modelo variaciones en el material cementantes, la dirección de carga y el tipo de línea terminal.

Palabras clave: análisis de elemento finito, biomecánica en diente natural, biomecánica en implante endoóseo, cargas oclusales.

Patrones de expresión de los genes Notch2, Delta1 y Ser1 en el desarrollo de arcos branquiales y prominencias faciales de embriones de pollo

David Alexander Gutiérrez Ramírez

Candidato a MSc. en Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Odontólogo, Universidad Nacional de Colombia. Experiencia profesional: Universidad Antonio Nariño, Popayán. Líneas de investigación: Biología del crecimiento y desarrollo craneofacial, Morfología dental, Regeneración tisular.

Clementina Infante-Contreras

dmd. Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia y Especialista en Ortodoncia de la Universidad Autónoma de México. Profesora titular de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. Coordinadora del Programa de Maestría en Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Líder del grupo de investigación en Crecimiento y Desarrollo Craneofacial. Premio Orden Gerardo Molina, 2010.

Introducción: la vía de señalización Notch cumple un rol importante en el desarrollo embrionario y alteraciones de la vía se han asociado con malformaciones de diversas estructuras, incluido el complejo craneofacial. **Objetivo:** el presente estudio tiene como objetivo describir los patrones de expresión de los genes Notch2, Delta1 y Serrate1 durante el desarrollo de arcos branquiales y prominencias faciales de embriones de pollo.

Materiales y métodos: se hizo hibridación *in situ* en embriones de pollo (*Gallus gallus*) en estadios entre hh14 y hh23 en *whole mount* (embrión completo) y en secciones tanto sagitales como coronales. **Resultados:** se observa que el patrón de Ser1 y Notch2 es muy similar, sus dominios se mantienen en todos los estadios en el epitelio faríngeo de las hendiduras. En cuanto a las prominencias, Ser1 y Notch2 se expresan en epitelio y mesénquima ventral de prominencia maxilar y mandibular y en los arcos branquiales 2 y 3. Por otra parte, Delta1 solo se expresa en el epitelio de la primera hendidura en hh14 y levemente en estadio hh23 en prominencia maxilar y mandibular. **Conclusiones:** estos resultados sugieren que la vía podría estar activa a través de Ser1/Notch2/Hey1 y posiblemente involucra eventos que toman lugar durante este periodo de desarrollo en la morfogénesis facial, como proliferación celular, diferenciación o apoptosis. De otro lado, por su expresión en bolsas faríngeas se puede presumir que participa en la segmentación de los arcos branquiales y en el establecimiento del patrón dorso ventral de prominencias faciales.

Palabras clave: vía de señalización Notch, desarrollo craneofacial, arcos branquiales, prominencias faciales, Notch2, Delta1, Jagged1.

Participación con posters

Sustancias blanqueadoras alternativas: una revisión bibliográfica

Kerly Andrea Pulido Mora

Estudiante de pregrado, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Línea de investigación en Materiales dentales

Carolina Torres-Rodríguez

PhD. Doctorado Europeo. Investigación en Estomatología. Especialización en Rehabilitación Oral. dmd. Universidad Nacional de Colombia. Profesora asociada de la Universidad Nacional de Colombia. Líneas de investigación: Biomecánica, Materiales dentales, Remineralización. Tesis doctoral sobresaliente Cum Laude, Universidad de Granada, abril del 2010. Premio Unilever Hatton Competition and Awards, International Association Dental Research, Seccional Colombia, septiembre de 2010

Edgar Delgado-Mejía

MSc. Química, Universidad Estatal de Nueva York. Químico, Universidad Nacional de Colombia. Profesor de la Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. Líder de proyectos de investigación relacionados con Aplicaciones de materiales cerámicos o vítreos a la odontología, Producción de cerámicas y vidrios para aplicaciones en salud, Materiales cerámicos y vítreos biocompatibles

Introducción: se conocen actualmente varias sustancias convencionales como el peróxido de hidrógeno, el peróxido de carbamida y el perborato de sodio para realizar blanqueamiento dental, pero se ha comprobado clínica y experimentalmente que estas sustancias ocasionan daños reversibles e irreversibles en los tejidos dentales como esmalte, dentina, pulpa y ligamento periodontal. Específicamente en el esmalte se producen cambios químicos que abarcan cambios estructurales de tipo irreversible, que aún con tratamientos remineralizantes no se logran recuperar. **Objetivo:** investigar si existen compuestos alternativos para blanqueamiento dental, con el fin de conocer principios activos diferentes, comprender los posibles mecanismos de acción y su interacción con el esmalte dental. **Materiales y métodos:** se buscó en bases de datos como Science Direct y Pub-Med, literatura sobre blanqueamiento dental, utilizando las diferentes palabras clave. La información recolectada se sintetizó, clasificó y se agrupó en una tabla de Excel. **Resultados y conclusiones:** las diferentes sustancias encontradas en la literatura se clasificaron por su mecanismo de acción blanqueadora en: fisiológicas, abrasivas, oxidantes y ópticas. Las sustancias que no producen efectos nocivos en esmalte dental fueron las de tipo fisiológicas (hidroxiapatita, fosfatos de calcio) y las ópticas (blue covarine).

Dimorfismo sexual mandibular. Revisión

Luz Dary Escobar Velásquez

Candidata a MSc. en Odontología. Odontóloga, Especialista en Antropología Forense, Universidad Nacional de Colombia. Odontóloga, Colegio Odontológico Colombiano. Profesora de la Pontificia Universidad Javeriana.

Clementina Infante-Contreras

DMD. Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia y Especialista en Ortodoncia de la Universidad Autónoma de México. Profesora titular de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. Coordinadora del Programa de Maestría en Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Líder del grupo de investigación en Crecimiento y Desarrollo Craneofacial. Premio Orden Gerardo Molina, 2010.

Introducción: la determinación del sexo de un individuo depende de la variación sexual biológica en las poblaciones, la cual está influenciada por sus orígenes filogenéticos y poblacionales, en tamaño y forma, lo que se conoce como dimorfismo sexual (ds). Las estructuras óseas que exhiben los mejores marcadores óseos para establecer el sexo,

son la pelvis y el cráneo, para lo cual se han propuesto múltiples métodos que dependen de la preservación de estas estructuras, del grado de madurez del individuo y del tipo de morfometría usada. La mandíbula, como uno de los huesos más dimórficos, a su vez tiene la ventaja de ser el más grande y fuerte de la cara, lo que permite su análisis en casos de cuerpos inhumados por largos periodos. Se han estudiado varios rasgos mandibulares a través de diferentes metodologías, pero no se conoce cuáles de estos han demostrado mejores características discriminantes. **Objetivo:** realizar una revisión bibliográfica acerca de los rasgos mandibulares utilizados para la determinación del dimorfismo sexual, métodos asociados y su precisión y exactitud. **Materiales y métodos:** se consultó la base de datos Embase, para lo cual se filtró el periodo de tiempo 1994-2014. Las palabras clave fueron: sexual dimorphism, mandible, sex determination. Se utilizó como operador booleano and. Se obtuvieron 32 artículos, de los cuales se excluyeron 16 por tratar de temas relacionados pero no específicamente el dimorfismo mandibular. **Resultados:** población (número de estudios): Grecia (1), India (2), Korea (1), Rumania (1), Brasil (1), Estados Unidos (2), Egipto (1), Sureste asiático (1), Suráfrica (3), Turquía (1), Balcanes (1), Alemania (1). **Método empleado** (número de estudios): análisis morfológico (3), análisis morfométrico (9), morfometría geométrica (4). Medio utilizado (número de estudios): mandíbulas (14), radiografías (2). **Conclusiones:** la mandíbula es uno de los huesos más resistentes y su utilidad en la determinación del sexo es demostrado a través de múltiples estudios que establecieron como los rasgos morfológicos más dimórficos: la anchura bigoniaca, anchura bicondilar, altura de la rama mandibular, anchura mínima de la rama mandibular, el ángulo de flexión del borde posterior de la rama. Los métodos morfométricos utilizados mostraron una exactitud en la predicción del sexo hasta el 83,6 % en individuos masculinos y el 84,2 % en femeninos. Los análisis tridimensionales de tamaño y forma de la mandíbula a través de morfometría geométrica permiten identificar con mayor precisión y exactitud los rasgos que expresan el dimorfismo sexual. Debido a la variabilidad biológica poblacional se recomienda realizar un estudio de dimorfismo sexual mandibular en población adulta colombiana contemporánea utilizando morfometría geométrica 3D.

Influencia del tipo de tratamiento de superficie en el disilicato de litio y su unión al cemento. Revisión de literatura

Alberto C. Cruz González

Estudiante de Maestría en Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Investigación GRAMO.

Carolina Torres-Rodríguez

PHD. DOCTORADO EUROPEO. INVESTIGACIÓN EN ESTOMATOLOGÍA. ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL. DMD. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. PROFESORA ASOCIADA, DEPARTAMENTO DE SALUD ORAL, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: BIOMECÁNICA, MATERIALES DENTALES, REMINERALIZACIÓN. TESIS DOCTORAL SOBRESALIENTE CUM LAUDE, UNIVERSIDAD DE GRANADA, ABRIL DEL 2010. PREMIO UNILEVER HATTON COMPETITION AND AWARDS, INTERNATIONAL ASSOCIATION DENTAL RESEARCH, SECCIONAL COLOMBIA, SEPTIEMBRE DE 2010. GRUPO DE INVESTIGACIÓN GRAMO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Edgar Delgado-Mejía

MSc. QUÍMICA, UNIVERSIDAD ESTATAL DE NUEVA YORK. QUÍMICO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. PROFESOR ASOCIADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS, DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. LÍDER DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS CON APLICACIONES DE MATERIALES CERÁMICOS O VÍTREOS A LA ODONTOLOGÍA, PRODUCCIÓN DE CERÁMICAS Y VIDRIOS PARA APLICACIONES EN SALUD, MATERIALES CERÁMICOS Y VÍTREOS BIOCOMPATIBLES. GRUPO DE INVESTIGACIÓN GRAMO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Objetivo: conocer los distintos tratamientos de superficie (ts) sobre el disilicato de litio (dl) reportados en la literatura, sus efectos sobre la cerámica y su influencia en la unión

al cemento resinoso. **Materiales y métodos:** se condujo una búsqueda en Science direct, *Springer Journal*, Pubmed (Medline) y Google Scholar con las palabras clave: *Lithium disilicate ceramic, Surface treatments, Bond strength, Resin Cement*, y booleano (and). Con criterios de inclusión de idioma inglés, periodo de enero 2010 hasta octubre 15 de 2014, sobre efecto e influencia de ts en dl (ips e.max press y/o e.max cad). Temas de interés: análisis de superficie, resistencia flexural de cerámica y adhesiva en unión a cementos resinoso. **Resultados:** se seleccionaron 28 artículos inicialmente mediante lectura de resumen y objetivos. La muestra final fue de 13 publicaciones. Los tratamientos encontrados fueron: grabado con ácido fluorhídrico (hf), arenado con oxido de aluminio, laser de co2, láser de Nd: yag y plasma no térmico. **Conclusiones:** el grabado con ácido hf o arenado disminuyen la resistencia flexural del dl. El láser de co2, puede ocasionar micro-grietas en la superficie cerámica. El plasma no térmico puede generar una película de sílice y oxígeno adecuado para la adhesión, sin embargo, requiere más investigación sobre los valores de adhesión y su longevidad. Un ts ideal debe poder alterar la energía superficial del dl para mejorar los valores de adhesión sin disminuir las propiedades mecánicas del material, por lo que estos dos parámetros siempre deberían evaluarse en los estudios con este objetivo.

Remineralización de esmalte dental. La tendencia actual

Ingrid Giovana Suárez Fajardo

Candidata a MSc. en Odontología, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Rehabilitación oral, Universidad Nacional de Colombia. Odontóloga, Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Investigación grammo, Universidad Nacional de Colombia.

Edgar Delgado-Mejía

MSc. Química, Universidad Estatal de Nueva York. Químico, Universidad Nacional de Colombia. Profesor asociado de la Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia. Líder de proyectos de investigación relacionados con Aplicaciones de materiales cerámicos o vítreos a la odontología, Producción de cerámicas y vidrios para aplicaciones en salud, Materiales cerámicos y vítreos biocompatibles. Grupo de Investigación grammo, Universidad Nacional de Colombia.

Carolina Torres-Rodríguez

PHD. DOCTORADO EUROPEO. INVESTIGACIÓN EN ESTOMATOLOGÍA. ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL. DMD. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. PROFESORA ASOCIADA, DEPARTAMENTO DE SALUD ORAL, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: BIOMECÁNICA, MATERIALES DENTALES, REMINERALIZACIÓN. TESIS DOCTORAL SOBRESALIENTE CUM LAUDE, UNIVERSIDAD DE GRANADA, ABRIL DEL 2010. PREMIO UNILEVER HATTON COMPETITION AND AWARDS, INTERNATIONAL ASSOCIATION DENTAL RESEARCH, SECCIONAL COLOMBIA, SEPTIEMBRE DE 2010. GRUPO DE INVESTIGACIÓN GRAMO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Introducción: el tratamiento de lesiones cariosas, erosiones y deficiencias estructurales del tejido dental, a través de la evolución de la odontología, se ha basado en procedimientos y técnicas restaurativas. Sin embargo, en las investigaciones con sustancias biomiméticas se ha demostrado que existen moléculas que por sus características químicas, tienen la capacidad de promover la remineralización del esmalte y reducir la desmineralización del mismo. Hoy en día la tendencia es menos intervencionista y más preventiva. El motivo actual de los esfuerzos en investigación, se enfoca más en desarrollar materiales que imiten los mecanismos biológicos naturales y por ende sean más efectivos y biocompatibles. **Objetivo:** hacer una revisión bibliográfica de las sustancias remineralizantes tipo biomimético utilizadas actualmente en odontología. **Materiales y métodos:** se consultaron las bases de datos ScienceDirect y Embase, los filtros fueron: idioma inglés, revisiones y período 2010-2014. Las palabras clave fueron: "Remineralization" y "Enamel", se empleó como operador booleano and. **Resultados:** se encontraron las siguientes sustancias: **1.** Fosfato de calcio amorfo: Las sales sulfato de calcio y fosfato dipotásico mezcladas forman acp (1). El acp puede disolverse en la saliva y estar disponible para la remineralización. Transfiere iones a las lesiones cariosas, restaurando mineral perdido(2). El

incremento en la concentración de calcio en la saliva, reduce la porosidad e incrementa la dureza del esmalte reblandecido (2). **2.** Complejo fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo cpp₂-acp: une y estabiliza el calcio y fosfato en solución y los acopla a la placa bacteriana y al esmalte (3). Localiza fosfato de calcio amorfo en la placa dental, el cual regula el calcio libre y los iones de fosfato, manteniendo un estado de supersaturación (2). Mejora la eficacia del fluoruro como un agente remineralizante (3) e inhibe adhesión de streptococos. Fue desarrollado por Eric Reynolds de la Universidad de Melbourne (2), con el nombre comercial de Recaldent. **3.** Biovidrios sodio calcio fosfosilicato: en contacto con la saliva libera Na, Ca, P, formando hidroxicarbonato apatita (4). Se acopla a la superficie dental actuando tiempo después de la aplicación (5). Se adhiere a la dentina expuesta formando capa mineralizada, mecánicamente fuerte y resistente al ácido (2). Desarrollado por el Dr. Gary Hack (2), con el nombre comercial de Novamin Technology. **4.** Ión trimetofosfato: Es adsorbido por el esmalte (5) y reduce la desmineralización durante el ataque ácido (2). Actúa como una barrera que retarda reacciones del esmalte con el ambiente externo (2). Se comporta como un análogo de las fosfoproteínas de la matriz dental, induciendo remineralización intrafibrilar con nanocristales de apatita (5). **Conclusiones:** las sustancias basadas en fosfatos de calcio son prometedoras como adyuvantes a la terapia de fluoruro, en el tratamiento de caries temprana. El cpp₂-acp es un seguro y novedoso movilizador de iones de calcio, fosfato y flúor, que promueve la remineralización. Investigaciones con biovidrios han mostrado que promueven crecimiento de una fase mineral de hidroxiapatita. Las diferentes sustancias mencionadas han demostrado, a lo largo de los estudios, disminuir la disolución del esmalte y lograr remineralización. En algunas indicaciones clínicas podrían reemplazar técnicas restaurativas e invasivas.

Referencias

1. [Cochrane NJ](#). Zero DT, Reynolds EC. Remineralization models. *Adv Dent Res* 2012; 24(2): 129-132.
2. [Goswami M, Saha S, Chaitra TR](#). Latest developments in non-fluoridated remineralizing technologies. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2012; 1(30): 1-6.
3. [Gurunathan D, Somasundaram S, Kumar SA](#). Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: a remineralizing agent of enamel. *Aust Dent J* 2012; 57: 404-408.
4. [Yuekui S, Xiaoke L, Yan D](#). Mode of action studies on the formation of enamel minerals from a novel toothpaste containing calcium silicate and sodium phosphate salts. *J Dent* 2014; 42(s1): s12-s20.
5. [Xiaoke L, Jinfang W, Andrew J, et al](#). The remineralization of enamel: a review of the literature. *J Dent* 2014; 42(s1): s12-s20.

ACTA

Odontológica Colombiana

Carrera 30 45 - 30 Edificio 210 · Ciudad Universitaria · Bogotá, Colombia
ISSN - 2027-7822 | DOI 10.15446/aoc
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/index>
revista_fobog@unal.edu.co