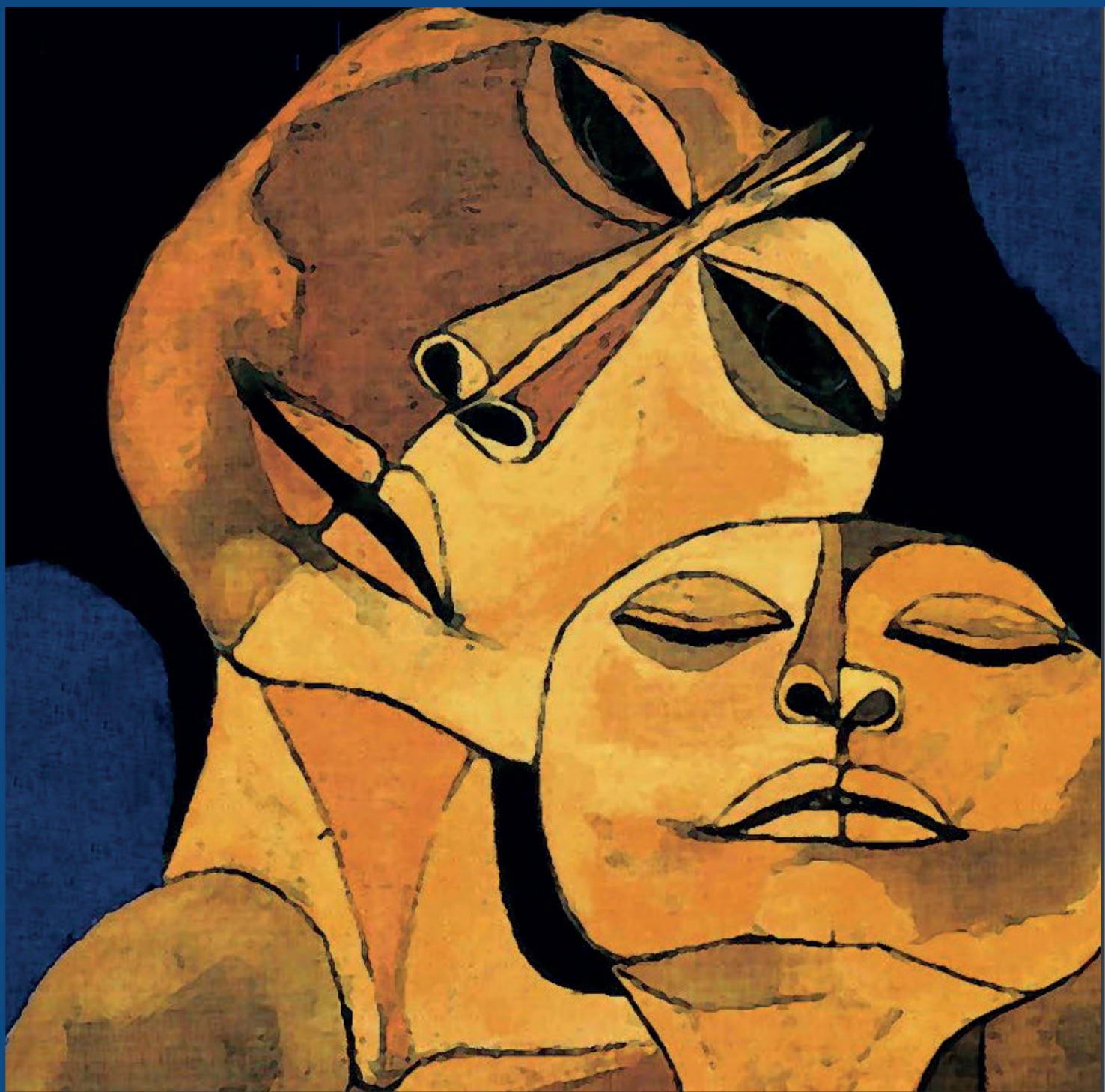
ISSN-p: 1390-3497
ISSN-e: 2737-6494

Revista Ecuatoriana de Pediatría

Órgano Oficial de Difusión Científica de la Sociedad Ecuatoriana de Pediatría

FILIAL PICHINCHA - QUITO - ECUADOR



Revista Ecuatoriana de Pediatría 26 N° 1 (2025) Enero-Abril

Equipo editorial

Revista Ecuatoriana de Pediatría
Volumen 26 · Nº 1 · Enero - Abril (2025)

Director de la revista
Francisco Xavier Jijon Letort, MD
Sociedad Ecuatoriana de Pediatría Filial Pichincha
Hospital Metropolitano

Editores de Sección
Andrea Bischoff, MD
Jefe Directora del Children's Hospital Colorado, United States

Rosa Romero de Aguinaga, MD
Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

Miriam Silva, MD
Hospial "Monte Sinaí" Cuenca, Azuay Ecuador

Fabián Vásconez Muñoz, MD
Hospial Metropolintano de Quito, Quito, Ecuador

Alberto Peña, MD, FAAP, FACS, FRCS
Founder Director Colorectal Center for Children
Cincinnati Children's Hospital Medical Center
University of Cincinnati College of Medicine

Lucia Jeannete Zurita Macías, MD.
Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito Ecuador

Alcy R. Torres, MD.
Department of Pediatrics, Division of Pediatric Neurology, Boston Medical Center

Documentalista
Lcda. Alisson Jimenez
Ediciones MAWIL

Impresión / Publisher
Sociedad Ecuatoriana de Pediatría núcleo de Quito
Av. Naciones Unidas E2-17 e Iñaquito
info@pediatriaecuador.org
pediatriapichincha@yahoo.com
Quito - Pichincha - Ecuador
website: https://pediatriaecuador.org/

Diseño: Ediciones MAWIL

© Autores de cada artículo (2025)
ISSNe: 2737-6494

Contenido

Revista Ecuatoriana de Pediatría
Volumen 26 · N° 1 · Enero - Abril (2025)

Artículos Originales / Original Articles

Resina fotopolimerizable para impresora 3D, resinas a base de PMMA de termocurado, cámara de post-polimerización, rugosidad superficial, pulido 4-18
Photopolymerizable resin for 3D printers, heat-curing PMMA-based resins, post-polymerization chamber, surface roughness, polishing
Karen Mireya Taimal Valencia, Pablo Ruben Garrido Villavicencio

Sorción de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas de PMMA de termocurado. Estudio In Vitro 19-30
Sorption of photopolymerizable resins for 3D printers and thermosetting PMMA resins. In Vitro Study vascular malformations in children
Odalis Polett Paredes Silva, Pablo Ruben Garrido Villavicencio

Resistencia flexural de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA. Estudio In vitro 31-45
Flexural Strength of Photopolymerizable Resins for 3D Printers and PMMA-Based Resins. An In Vitro Study
Alison Belén Mier Jiménez, Pablo Ruben Garrido Villavicencio

Revisión Sistemática / Systematic Review

Caries temprana y manchas blancas en niños menores de 10 años: Revisión Sistemática 46-57
Early caries and white spots in children under 10 years of age: A systematic review
Carla Belén Diguay Torres, Delanny Páez Andrade, Jenny Edith Collantes Acuña

Reporte de Caso / Case Report

Hemangioma infantil presentado en paciente neonatal del Hospital Dr. Roberto Gilbert E. Apropósito de un caso 58-63
Infantile hemangioma presented in a neonatal patient at the Dr. Roberto Gilbert E. Hospital. Report of a case
Stephany Yadira Oscullo Ñacato, Margarita Alexandra Guagalango Cabrera, Rocio del Pilar Cevallos Miranda, Victor Daniel Mendieta Maza

Síndrome de Holt Oram en el recién nacido: Reporte de un caso 64-67
Holt Oram syndrome in a newborn: Case report
Jonnathan López-Llivicura, Yadira Espinoza, Viviana Pintado Barbecho, María Isabel Ruilova, Marjorie Johanna Rodríguez Guerrero

Foliculitis pustulosa eosinofílica de la infancia ¡Una dermatosis infrecuente en pediatría! 68-73
Eosinophilic pustular folliculitis of childhood: A rare dermatosis in pediatrics!
María Fernanda Ortiz Jaramillo, Paola Estefanía Alarcón Andrade, Juan Pablo Erazo Cuadrado, Moises Humberto Caceres Perez, José Andrés Merizalde Guerra

Malformaciones linfáticas cervicofaciales con compresión de la vía aérea. Reporte de cuatro casos 74-80
Cervicofacial lymphatic malformations with airway compression. Report of four cases
Verónica Castro Palaguachi, Marjorie Rodríguez-Guerrero, Luis Marcano Sanz, Miurkis Endis Miranda, Andrea Milena Rodríguez-Guerrero, Eliany González Oliva, Ximena Vélez Dávila, María Eugenia Delgado Ponce

Artículo Original

Revista Ecuatoriana de Pediatría

Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Artículo Original
Área de estudio: Materiales Dentales
Páginas: 4-18
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e321
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/321

Resina fotopolimerizable para impresora 3D, resinas a base de PMMA de termocurado, cámara de post-polimerización, rugosidad superficial, pulido

Photopolymerizable resin for 3D printers, heat-curing PMMA-based resins, post-polymerization chamber, surface roughness, polishing

Karen Mireya Taimal Valencia[1]; Pablo Ruben Garrido Villavicencio[2]

RESUMEN

La rugosidad superficial juega un papel muy importante a la hora de evaluar los materiales dentales, ya que influye en su vida útil, el objetivo de este estudio fue evaluar la rugosidad superficial de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA. **Metodología:** Se realizaron 20 muestras de 25*25*3 mm, se dividieron en dos grupos: grupo A (n=10) resinas fotopolimerizables para impresora 3D y el grupo B (n=10) resinas a base de PMMA de termocurado. Las muestras del grupo A se diseñaron en el software Meshmixer y se organizaron en Photon Workshop 6.4 DLP 3D con una orientación de 0°. La impresión se realizó en una impresora DLP modelo Photon Ultra (Anycubic, Hong Kong-China). Posteriormente, las muestras se lavaron con alcohol isopropílico (90%) durante 5 minutos. Para el post-polimerizado, se utilizó una cámara de curado diseñada en un proyecto de la facultad, aplicando una potencia de 45 vatios y una longitud de onda de 400 a 470 nm durante 16 minutos. Las del grupo B se realizaron a partir de muestras fabricadas con acrílico de autocurado, se les tomó impresiones creando llaves de silicona de condensación, se colocaron en muflas para la realización de las muestras de PMMA, siguiendo las instrucciones del fabricante. Las superficies de las muestras fueron pulidas con una pieza de mano de baja velocidad, operando entre 1500 y 2000 rpm, se creó una tabla de Excel (Microsoft-USA), y los resultados fueron analizados con el software estadístico BioStat 5.3 (Brasil) mediante la prueba T de Student ($p < 0,05$). **Resultados:** Los valores obtenidos fueron menores o iguales a 0,2 µm, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p > 0,05$). **Conclusión:** Los resultados de este estudio destacan que ambos materiales son completamente aceptables para el uso en odontología. Se recomienda realizar investigaciones adicionales que evalúen la rugosidad superficial.

Palabras clave: Resina fotopolimerizable para impresora 3D, resinas a base de PMMA de termocurado, Cámara de post-polimerización, Rugosidad superficial, Pulido

1. Facultad de Odontología; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador.
2. Facultad de Odontología; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador.

Karen Mireya Taimal Valencia https://orcid.org/0009-0004-7683-4834
Pablo Ruben Garrido Villavicencio https://orcid.org/0000-0002-5223-1017

Correspondencia: Karen Taimal; Av. Universitaria, 170129 Quito, Ecuador; kmtaimal@uce.edu.ec

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Surface roughness plays a crucial role in evaluating dental materials as it influences their durability. The objective of this study was to assess the surface roughness of light-curable resins for 3D printers and PMMA-based resins. **Methodology:** A total of 20 samples measuring 25×25×3 mm were prepared and divided into two groups: Group A (n=10), consisting of light-curable resins for 3D printers, and Group B (n=10), composed of heat-cured PMMA-based resins. Samples in Group A were designed using Meshmixer software and arranged in Photon Workshop 6.4 DLP 3D with a 0° orientation. Printing was performed using a Photon Ultra DLP printer (Anycubic, Hong Kong-China). The samples were then washed with 90% isopropyl alcohol for 5 minutes. For post-curing, a custom-designed curing chamber from the faculty project was used, applying a power of 45 watts and a wavelength of 400 to 470 nm for 16 minutes. Group B samples were created from self-curing acrylic impressions using condensation silicone keys and were placed in flasks for PMMA sample production following the manufacturer's instructions. The sample surfaces were polished using a low-speed handpiece operating between 1500 and 2000 rpm. Data were recorded in an Excel spreadsheet (Microsoft-USA) and analyzed using the BioStat 5.3 statistical software (Brazil) through a Student's t-test ($p < 0.05$). **Results:** The obtained values were ≤ 0.2 µm, with no statistically significant differences between both groups ($p > 0.05$). **Conclusion:** The results of this study highlight that both materials are entirely acceptable for use in dentistry. Further research is recommended to evaluate surface roughness in greater depth.

Keywords: Light-Curable Resin for 3D Printers, Heat-Cured PMMA-Based Resins, Post-Curing Chamber, Surface Roughness, Polishing.

Introducción

La rugosidad superficial es un conjunto de irregularidades que pueden llegar a encontrarse en cualquier superficie de los materiales usados en la práctica odontológica. Esta depende de muchos factores, como la composición, el tamaño, el pulido, factores incluso independientes, como el cepillado dental, el uso de enjuagues bucales, entre otros (1).

Una superficie rugosa puede traer como consecuencia la acumulación de placa bacteriana, lo que afectará directamente la durabilidad de los trabajos protésicos realizados y afectará también la salud bucal de los pacientes (2).

En la odontología existen un sinnúmero de materiales dentales que pueden ayudar en la rehabilitación de los pacientes; sin embargo, en este estudio se habla de: La resina de impresora 3D, la cual es material líquido fotopolimerizable que tiene la capacidad de solidificarse al exponerse a la luz ultravioleta (UV), la combinación de los componentes que forman dicha resina puede garantizar resultados provisionales o definitivos de buena calidad (3,4).

Sin embargo, el material considerado como gold standard es el PMMA, un polímero termoplástico, el más conocido de la familia de los metacrilatos; se obtiene a partir de la polimerización en cadena del metacrilato y presenta una excelente biocompatibilidad (5).

La literatura menciona que para garantizar la vida útil de estos materiales es importante el acabado de los mismos, es decir, deben ser sometidos a un proceso de pulido, el cual ayudará a disminuir la rugosidad superficial, evitando así acumulación de bacterias, el cambio de color en los materiales y, lo principal, ayudará a prevenir enfermedades en la cavidad bucal (6).

Esta investigación busca evaluar la rugosidad superficial de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA antes y después de aplicar un protocolo de pulido con el fin de determinar, cuál es el material que presenta una superficie mucho más lisa, favoreciendo así a los estudiantes y profesionales de odontología, ya que les ayudará a elegir el material más adecuado.

Desarrollo

Resinas de PMMA

Definición.

El PMMA se descubrió a inicios de la década de 1930 por los británicos Rowland Hill y John Crawford en Imperial Chemical Industries (7).

Es un polímero termoplástico, el más conocido de la familia de los metacrilatos; se obtiene mediante la polimerización en cadena del metacrilato, suele ser transparente y rígido, presenta una excelente biocompatibilidad y se utiliza ampliamente en la odontología para la elaboración de diversas prótesis definitivas y provisionales, placas de ortodoncia, etc (5).

Composición.

El PMMA cuenta con varios componentes dentro del polvo y el líquido, los mismos que serán mencionados a continuación en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Componentes del polvo de las resinas de PMMA.

Polvo	
Componente	Función
Poli (metilmetacrilato)	Partículas de polímero.
Peróxido de benzoílo	Iniciador.
Dióxido de titanio	Reduce la translucidez.
Pigmentos	Simula los colores de los tejidos.
Fibras de colores	Simula los pequeños vasos sanguíneos.

Fuente: Carol Dixon Hatrick, W. Stephan Eakle, William F. Bird.

Tabla 2. Componentes del polvo de las resinas de PMMA.

Polvo	
Componente	Líquido
Metilmetacrilato	Monómero.
Hidroquinona	Inhibidor que previene la polimerización del monómero durante su almacenamiento.
Dimetacrilato de glicol	Agente para el entrecruzamiento de cadenas.

Fuente: Carol Dixon Hatrick, W. Stephan Eakle, William F. Bird.

Reacción química

Las resinas acrílicas son activadas por calor o químicamente; el polvo tiene peróxido de benzoilo, el cual es activado y se despliega en dos radicales benzoicos libres[11,12].

Peróxido de benzoílo + calor o amina: Radicales benzoicos.

> Estos radicales son capaces de reaccionar con las moléculas de monómeros (metacrilato de metilo), rompen la doble ligadura e inicia el proceso de polimerización llamado iniciación. La reacción continúa llamándose propagación y, al finalizar la reacción, se le denomina terminación:

Radicales benzoicos + Monómero: polímero(8,9).

Propiedades fisicoquímicas

Al realizar la mezcla del polvo con el líquido, se presentan diferentes fases; esto sucede generalmente cuando la mezcla tiene una proporción de 3 a 1 en volumen y 2 a 1 en peso (8).

Fase arenosa

Sucede al entrar en contacto el líquido con el polvo (8).

Fase filamentosa

También llamada pegajosa, comienza al diluirse el polvo dentro del líquido, iniciando así la polimerización (8).

Fase plástica

En el proceso de polimerización continua, se forman cadenas con longitudes; la mezcla ya no se pega en la espátula ni en los dedos, y es la fase en la que debe colocarse o empacarse en las zonas que se quieren reproducir. Esta fase se prolonga entre los 10 y 40 minutos (8).

Fase elástica

Se produce la evaporación del monómero remanente y adquiere una consistencia elástica. En esta fase no se recomienda utilizarlo para la realización de prótesis definitivas, provisionales, entre otros, ya que solo es parte de una secuencia en el proceso de polimerización antes de empezar la siguiente fase (8).

Fase de solidificación

En esta fase se presenta la reacción exotérmica (8).

Fase rígida

La resina endurece hasta el punto de no permitir su deformación fácilmente (8).

Tiempos de polimerización

Para las resinas a base de PMMA de termocurado, se deben sumergir las muflas en agua, la cual debe tener diferentes temperaturas, esto con el fin de otorgar el calor necesario para que se dé la reacción de polimerización (7,8).

Existen dos ciclos que pueden ser aceptados de tiempo y temperatura:

- Durante 8 horas o más a 74°C (7,8).
- Durante 2 horas a 74°C y después se incrementa a 100°C por 1 hora más (7,8).

Uso odontológico

El PMMA tiene múltiples aplicaciones en la odontología, abarcando la fabricación de diversos elementos como son: placas miorrelajantes, base para prótesis parciales y totales, cubetas individuales, patrones de yeso, dentaduras postizas provisionales inmediatas, coronas provisionales, dientes artificiales, reparación de dentaduras postizas completas, acrilación de aparatos de ortodoncia y ortopedia, guardas para colocación de flúor y para blanqueamientos. Además de eso, pueden crearse artefactos que sustituyan la pérdida de tejidos blandos y óseos causados por traumatismos, cirugías o defectos de nacimiento(10).

Ventajas en odontología

- Material altamente biocompatible.
- Tolerante a las fuerzas masticatorias, debido a que presenta una resistencia a la flexión de 90 MPa.
- Posee una resistencia a la tracción de 60 MPa.
- De fácil pulido.
- Presenta resistencia al desgaste, lo que está directamente relacionado con la dureza de su superficie, que es de 300 MPa.
- Posee un módulo de elasticidad cercano a 2,400 MPa.
- La resistencia a la fractura del PMMA muestra la capacidad que tiene para resistir a la propagación de grietas, siendo de 2 MN/m3 (7).

Desventajas en odontología

- Carece de propiedades antimicrobianas.
- La conductividad térmica del PMMA es relativamente baja, siendo este un inconveniente a la hora de realizar prótesis, ya que la base de estas debe tener una conductividad adecuada para disipar la temperatura que presentan los alimentos hacia los tejidos de la cavidad bucal.
- Presenta una alta absorción de agua.
- Posee una solubilidad bastante elevada en cetonas y esteres, por lo que debe evitarse el contacto o limpieza de prótesis con alcoholes.
- Suelen presentar cambios dimensionales debido a su contracción de polimerización que va de -0.5 a -0.58% (7).

Toxicidad

La ficha clínica de la resina acrílica a base PMMA de termocurado indica que no hay

riesgo tóxico si se utiliza siguiendo las instrucciones del fabricante. Sin embargo, si un paciente es alérgico a cualquiera de los componentes del polvo o del líquido, se recomienda evitar el uso de este producto [11].

No obstante, el PMMA causa una reducción en la presión arterial, siendo más notable en individuos de edad avanzada o con afecciones cardiovasculares, debido a su efecto citotóxico en el músculo liso vascular y/o en el miocardio. Muy esporádicamente se aprecian fenómenos de microembolias pulmonares múltiples, apareciendo histológicamente émbolos grasosos o de monómero (11).

Manipulación

La técnica empleada para las resinas de termocurado implica el uso de enmuflado. En un recipiente de boca ancha con tapa, se mezcla el polvo y el líquido siguiendo la proporción recomendada por el fabricante, que suele ser de 3 a 1 en volumen. Se espera que pase por las etapas arenosa y pegajosa. Durante la etapa plástica, se extrae el material con una espátula o con los dedos, luego se coloca sobre el yeso de la media mufla, previamente cubierto con un aislante para separar el yeso de la resina acrílica a base de PMMA. Una vez realizado este proceso, se comprime la resina con los dedos y se aplica una presión utilizando la contratapa de la mufla y se procede a prensar. Posteriormente, se sumerge la prensa ya con la mufla en el agua a la temperatura requerida. Ya que han transcurrido 30 minutos, se retira la prensa con la mufla del agua caliente y se lleva a enfriar, con un chorro de agua o sumergiéndola en abundante agua durante 15 minutos. Finalmente, una vez culminados todos estos pasos, se puede abrir la mufla y retirar el objeto fabricado (12).

Resinas de impresoras 3D

Las resinas para impresoras 3D en la odontología son materiales líquidos fotopolimerizables que se solidifican al exponerse a la luz ultravioleta (UV).

Están formadas por:

- Monómeros: como acrilatos y metacrilatos, los cuales forman estructuras rígidas y duraderas.
- Oligómeros: como poliuretanos y epóxidos, estos aportan flexibilidad y la resistencia.
- Fotoiniciadores: inician la polimerización bajo luz UV, dando como resultado impresiones precisas y detalladas.

La combinación de todos estos componentes garantiza que las prótesis, ya sean provisionales o definitivas, sean de buena calidad (3,4).

Métodos para Impresión 3D

Estereolitografía (SLA):

En este método, la resina es expuesta a láser UV en un tanque, esto con la finalidad de provocar la fotopolimerización y solidificación precisa punto por punto, permitiendo crear detalles sumamente finos, los cuales son aceptables e ideales para el uso en odontología (13).

Procesado digital de luz (DLP):

Utiliza un proyector, el cual permite mostrar la imagen de cada capa del objeto que se va a fabricar. Esto permite que la luz fotopolimerice toda la capa de una sola vez, haciendo el proceso más rápido en comparación con la estereolitografía tradicional (14,15).

Pantalla de cristal líquido (LCD):

Se emplea una pantalla LCD que proyecta luz UV al encenderse. Esta luz atraviesa la pantalla, donde se bloquean las áreas que no necesitan fotopolimerización, creando patrones para cada capa del objeto. Debido a la posibilidad de fugas de luz, esta técnica tiene una precisión inferior en comparación con SLA y DLP (16).

PolyJet:

Este método permite la impresión de múltiples colores simultáneamente. Estas impresoras cuentan con dos cabezales, uno que es el encargado de depositar la resina líquida y el otro que se encarga de la activación de la luz UV (17).

Ventajas en odontología

- Una de las principales ventajas en odontología es que pueden producir modelos dentales y dispositivos con una precisión excepcional y detalles finos, lo que permite una reproducción exacta de la anatomía oral del paciente (18).
- La personalización de los aparatos dentales impresos en 3D permite adaptarlos a las necesidades específicas que presenta cada paciente, mejorando así la efectividad del tratamiento (18).
- El tiempo de fabricación de aparatos dentales, tanto fijos como provisionales, es más corto; esto agiliza el proceso del tratamiento y reduce significativamente el tiempo de espera (19).

Desventajas en odontología

- La durabilidad y la resistencia de las resinas impresas en 3D se ven un poco afectadas en comparación con otros materiales dentales, como lo son la cerámica o el metal (20,21).
- Requiere una inversión significativa en equipos y capacitaciones (21,22).
- No todas las resinas para impresión 3D cumplen con los estándares necesarios. La biocompatibilidad de las resinas debe ser evaluada para evitar reacciones adversas (20,22).

Toxicidad

Las resinas fotopolimerizables para impresoras 3D presentan un buen rendimiento en aplicaciones clínicas, con muy bajas complicaciones relacionadas con la toxicidad.

Hay que tener en cuenta que, durante el proceso de impresión 3D y fotopolimerización de las resinas, se pueden liberar compuestos orgánicos volátiles (COV), que son sumamente tóxicos. Estar expuestos a los COV puede provocar irritación en los ojos, la piel y las vías respiratorias, y en casos graves, puede tener efectos adversos en la salud a corto o largo plazo. Como lo es el caso de las resinas líquidas, ya que estas presentan monómeros que pueden resultar irritantes y tóxicos si entran en contacto directo con la piel o si se inhalan (21,23).

Manipulación

Se debe tener una buena manipulación a la hora de utilizar la resina de impresora 3D; esto es crucial para garantizar la seguridad tanto de los pacientes como del personal clínico (21).

Manipulación segura de resinas no curadas.

Las resinas no curadas contienen monómeros y fotoiniciadores que pueden ser irritantes y tóxicos si no se manejan adecuadamente. Es fundamental que el personal clínico utilice equipo de protección personal (EPP). La exposición repetida a estos componentes puede causar dermatitis de contacto y sensibilización química. Además, las áreas donde se manipulan resinas deben estar bien ventiladas para reducir la concentración de compuestos orgánicos volátiles (COV) en el aire (21).

Procedimientos de manipulación y uso de equipos.

Los procedimientos incluyen la transferencia cuidadosa de las resinas desde sus contenedores hasta los tanques de las impresoras 3D, evitando derrames y salpicaduras. Es importante utilizar herramientas delicadas y limpias para la manipulación de las resinas, hay que seguir las instrucciones del fabricante respecto al almacenamiento y al uso de los productos.

Durante el proceso de impresión, hay que asegurarse que la polimerización de la resina sea completa. Los objetos impresos deben someterse a un curado post-impresión en cámaras de curado UV, garantizando así que todos los monómeros residuales se polimericen, disminuyendo el riesgo de toxicidad al manipular los objetos finales (21).

Disposición de residuos

Las resinas que no fueron curadas y los restos de la impresión deben considerarse materiales peligrosos y deben ser desechados según las normativas locales e internacionales sobre desechos peligrosos (21).

Los embaces o contenedores para residuos deben estar etiquetados y ser manejados

por empresas y personas especializadas en la eliminación de productos químicos (21).

Capacitación y educación

Los profesionales deben estar en constante capacitación, ya que esto es esencial para mantener prácticas de manipulación seguras sin correr ningún riesgo (21).

Rugosidad superficial

Es un conjunto de irregularidades que presenta la superficie de cualquier material. La rugosidad superficial depende de múltiples factores tanto intrínsecos y extrínsecos. Los intrínsecos son de carga: composición, tamaño y distribución. Los factores extrínsecos hacen referencia a: procedimientos de pulido, factores como la masticación, cepillado dental y uso de enjuagues bucales (24).

Las formas de medir la rugosidad se basan en la clasificación internacional de irregularidades, cuantificadas en micrómetros (µm). Este proceso consiste en calcular la media aritmética (Ra) de los valores de altura medidos desde una línea central. Para ello, se utiliza un rugosímetro, un instrumento que cuenta con una punta fina que entra en contacto con la superficie y realiza un barrido para detectar diferencias de altura. Estas diferencias se transforman en señales eléctricas, que luego son medidas y dibujadas (25,26).

Irregularidades superiores a 0,2 µm pueden causar un notable desgaste de la superficie, haciéndola más propensa a la tinción y favoreciendo la retención de microorganismos. Esto, a su vez, aumenta la incidencia de inflamaciones periodontales y lesiones secundarias. Esta propiedad está directamente relacionada con la técnica de acabado y pulido de las restauraciones (24,27)..

Importancia del acabado y pulido en resinas

El procedimiento de acabado y pulido ayudan a eliminar las imperfecciones, reducir la rugosidad superficial, mejorar la estética y funcionalidad, es crucial para lograr una superficie completamente lisa. El acabado y pulido de las restauraciones no solo se basa en mejorar su aspecto, sino también en prevenir la acumulación de residuos en superficies irregulares. Esta acumulación puede facilitar la adhesión de placa bacteriana, aumentando el riesgo de caries secundarias y enfermedades de los tejidos blandos. Por lo tanto, el acabado y pulido de los materiales dentales son esenciales no solo para mantener la apariencia de la restauración ya sea fija o provisional sino también para proteger la salud bucal de los pacientes (27,28).

Metodología

Este documento de investigación describe un estudio experimental in vitro que compara dos biomateriales dentales: resina de impresora 3D y resina a base de PMMA.

El estudio involucró 20 muestras cuadrangulares (25 x 25 x 3 mm) divididas en dos grupos de 10: uno hecho de resina de impresora 3D y el otro de resina de PMMA termocurada. Se utilizó un método de muestreo no probabilístico por conveniencia.

Los criterios de inclusión para ambos tipos de resina especificaron: muestras de prueba fotopolimerizadas/termocuradas e intactas de las dimensiones definidas, tanto sin pulir como pulidas con puntas de goma gruesa, mediana y fina, y un cepillo de pelo de cabra.

Los materiales utilizados en el estudio incluyeron un rugosímetro, un calibrador digital, una cámara de post-polimerización, resina para impresora 3D, una impresora 3D Anycubic Photon Ultra, resina a base de PMMA, silicona de condensación, yeso piedra, yeso blanco, muflas, aislante, una prensa, una cocina, agua, una olla, alcohol, agua destilada, puntas de goma para pulir (granulación: gruesa, mediana y fina), un cepillo de pelo de cabra, un micromotor Marathon 3 Champion, acrílico de autocurado, un lápiz, una regla y un disco de diamante.

Estandarización

Grupo A

La distribución y el tamaño de las muestras se realizó utilizando el software Meshmixer.

Una vez impresas las muestras, se limpió exhaustivamente cada una de ellas con alcohol isopropílico al (90%). Posteriormente, las muestras fueron tratadas mediante un proceso de polimerización en una cámara de post-polimerización durante un lapso de 16 minutos, con una potencia de 45 vatios y una longitud de onda de entre 400 y 470 nm, condiciones óptimas que permiten realizar una polimerización completa y uniforme. Para finalizar, se comprobó, utilizando un paquímetro digital, que cada muestra cumpliera con las dimensiones establecidas de 25 mm de largo * 25 mm de ancho y * 3 mm de espesor.

Grupo B

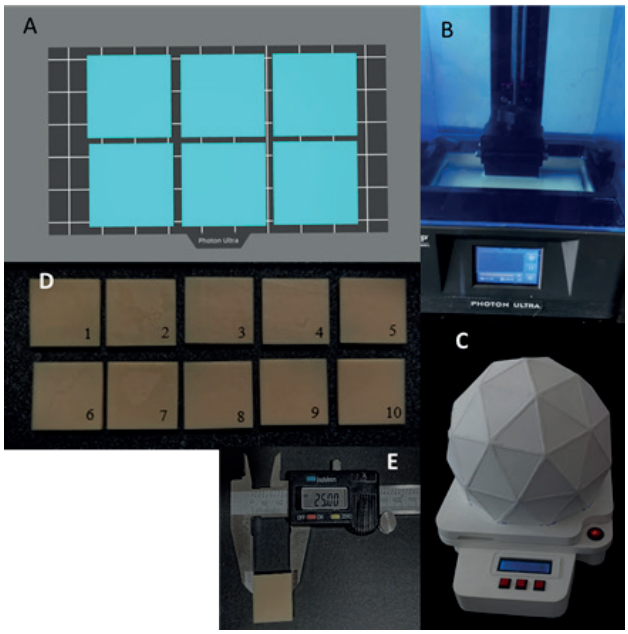
Una vez obtenidas las muestras de PMMA en crudo, se verificaron sus dimensiones con la ayuda del paquímetro digital, esto con el fin de asegurarse que cumplan con las medidas establecidas, es decir, 25 mm de largo, * 25 mm de ancho y * 3 mm de espesor. Aquellas muestras que no cumplían con estas dimensiones fueron desgastadas en los laterales. Dichos desgastes ayudaron a obtener las medidas exactas y a garantizar que las muestras se adaptaran correctamente a los requerimientos del estudio. Es importante mencionar que, durante la fabricación de estas muestras, se evitó manipular las superficies para no interferir, ni distorsionar las mediciones de la rugosidad superficial.

Pulido de las muestras

Las muestras, tanto del grupo A como del grupo B, fueron sometidas a un proceso de pulido el cual consistía en pulir las muestras durante 4 minutos utilizando tres diferentes gomas de granulación progresiva: gruesa, mediana y fina. Para finalizar el proceso de pulido se utilizó un cepillo de pelo de cabra. Todo este proceso se realizó utilizando un micromotor Marathon 3 Champion, el cual permitió un control preciso y constante durante todo el protocolo de pulido. Con la ayuda de un cronómetro, se verificaron los tiempos de pulido, destinando 1 minuto para cada goma a 8.000.000 rpm, el cual se distribuyó en intervalos de 15 segundos por cada lado de la superficie de la muestra. El mismo procedimiento se aplicó durante el uso del cepillo de pelo de cabra, garantizando así la uniformidad y precisión en el proceso de pulido de todas las muestras.

Procedimiento

Figura 1. Utilizando el software Meshmixer, se generó la plantilla donde consta tanto el tamaño (25*25*3) como la distribución de las muestras (A). Impresión de las muestras de resina 3D (B). Polimerización de las muestras (C). Muestras de resina impresa en 3D y enumeradas (D). Medición de las muestras con paquímetro digital (E).



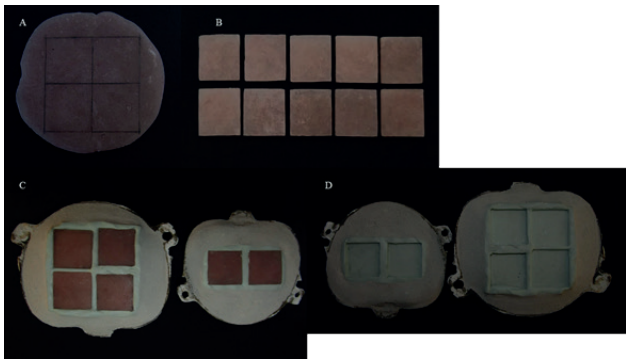
Grupo A

El estudio experimental in vitro se llevó a cabo con 20 muestras cuadrangulares (25 x 25 x 3 mm) divididas en dos grupos de 10: resina de impresora 3D (Grupo A) y resina a base de PMMA (Grupo B), seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para el Grupo A, las muestras se diseñaron en Meshmixer, se imprimieron, se limpiaron con alcohol isopropílico al 90% y se post-polimerizaron durante 16 minutos. Se verificaron sus dimensiones y se enumeraron. En el Grupo B, se recibieron las muestras de PMMA en crudo y se ajustaron sus dimensiones mediante desgaste lateral si era necesario, evitando la manipulación superficial. Todas las muestras, de ambos grupos, se sometieron a un proceso de pulido de 4 minutos con gomas de granulación progresiva (gruesa, mediana y fina) y un cepillo de pelo de cabra, utilizando un

micromotor con tiempos controlados (1 minuto por goma a 8.000.000 rpm y 1 minuto para el cepillo a 10.000.000 rpm). Para el Grupo A, el procedimiento incluyó la generación de la plantilla en Meshmixer, la impresión, la limpieza, la post-polimerización, la verificación dimensional, la medición inicial de la rugosidad en cuatro puntos, el pulido secuencial con las tres gomas y el cepillo, y finalmente, la medición de la rugosidad post-pulido, utilizando un rugosímetro con una longitud de medición de 1 mm y una velocidad de 0.5 mm/s.

Grupo B

Figura 2. Moldes de resina acrílica de autocurado (A y B). Muflas con impresiones y molde de resina acrílica de autocurado (C). Muflas con impresiones (D).



Para el Grupo B (resina a base de PMMA), se fabricaron 10 moldes de resina acrílica autocurable de 25x25x3 mm, los cuales fueron recortados con un disco de diamante y se les tomó una impresión con silicona de condensación. Estos moldes se colocaron en muflas con una mezcla de yeso tipo II y III para evitar deformaciones en la silicona durante el fraguado del yeso. Tras fraguar, se retiraron los moldes de silicona, se preparó la resina PMMA según las instrucciones del fabricante y se colocó en los espacios vacíos. Las muflas se prensaron, se eliminaron los excesos, se volvieron a prensar y se termopolimerizaron en agua caliente durante 1 hora. Las muestras se almacenaron en agua destilada por 48 horas para eliminar monómeros residuales y se calibraron a 25x25x3 mm con un paquímetro. Cada muestra se enumeró para el seguimiento pre y post-pulido. Se midió la rugosidad inicial en cuatro puntos de cada muestra con un rugosímetro. Posteriormente, se pulieron las muestras durante 4 minutos con gomas de granulación gruesa, media y fina a 8.000.000 rpm (1 minuto por goma, 15 segundos por lado) y se finalizó con un cepillo de pelo de cabra a 10.000.000 rpm durante 1 minuto. Finalmente, se realizó una segunda medición de rugosidad en las mismas cuatro zonas de cada muestra.

Consideraciones Éticas

El presente estudio in vitro, titulado "Rugosidad superficial de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA", fue llevado a cabo por la investigadora Taimal Valencia Karen Mireya. Dado que la investigación se realizó bajo un diseño experimental in vitro sin la intervención directa ni la toma de muestras en seres humanos vivos, no requirió de la firma de un consentimiento informado tradicional; sin embargo, el protocolo metodológico y los lineamientos de bioseguridad y manejo de materiales fueron evaluados y aprobados formalmente por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad Central del Ecuador (CEISH-UCE) —avalado por el Ministerio de Salud Pública mediante el Oficio N° MSP-VGVS-2021-0076-O de fecha 22 de febrero de 2021—, obteniendo su aprobación oficial el 01 de agosto de 2024.

Resultados

Tabla 4. Resultados de Rugosidad Superficial (µm)

ANTES		DESPUES	
GRUPO A	GRUPO B	GRUPO A	GRUPO B
0,17825	3,076	0,224	0,147
0,217	0,9525	0,158	0,078
0,272	2,55575	0,133	0,090
0,19775	1,583	0,163	0,124
0,2545	3,3725	0,204	0,128
0,226	1,59425	0,100	0,081
0,15775	3,236	0,133	0,097
0,21225	0,647	0,191	0,081
0,22225	3,4195	0,140	0,101
0,184	3,3575	0,183	0,161

En la tabla número 4 se puede apreciar los resultados en micrómetros (µm) del ensayo

de rugosidad superficial realizados en los grupos correspondientes a: grupo A, correspondiente a las muestras de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D, y el grupo B de resina a base de PMMA.

Tabla 5. Estadística descriptiva de los grupos A Y B.

GRUPO A (IMPRESIÓN 3D)					
N	10				
Media	0,16	Error Estándar de la Media	0,01		
Media LCL 95%	0,14	Media UCL 95%	0,19		
Media recortada (5%)	0,16	Media Geométrica	0,16	Media Armónica	0,15
Mediana	0,16	Error de la Mediana	0,00	Moda	0,13
Desviación Estándar	0,04	Varianza	0,00	Coeficiente de Variación	0,23
Rango	0,12	Mínimo	0,10	Máximo	0,22
IQR	0,05	Percentil 25% (Q1)	0,13	Percentil 75% (Q3)	0,19
Desviación Media	0,03	MAD (Mediana de la desviación absoluta)	0,05	Coeficiente de dispersión (COD)	0,19
GRUPO B (PMMA)					
N	10				
Media	0,11	Error Estándar de la Media	0,01		
Media LCL 95%	0,09	Media UCL 95%	0,13		
Media recortada (5%)	0,11	Media Geométrica	0,11	Media Armónica	0,10
Mediana	0,10	Error de la Mediana	0,00	Moda	#N/A
Desviación Estándar	0,03	Varianza	0,00	Coeficiente de Variación	0,27
Estándar				Variación	
Rango	0,08	Mínimo	0,08	Máximo	0,16
IQR	0,04	Percentil 25% (Q1)	0,08	Percentil 75% (Q3)	0,13
Desviación Media	0,03	MAD (Mediana de la desviación absoluta)	0,02	Coeficiente de dispersión (COD)	

En la tabla número 5 se observan los valores de las medias del ensayo de rugosidad superficial de los dos grupos analizados, el Grupo A es de 0,16 µm y el Grupo B 0,11 µm, además están presentes valores importantes como la varianza y la desviación estándar.

Estadística inferencial

Tabla 6. W de Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad

W de Shapiro-Wilk	**Estadístico de la prueba**	**Valor p**
Grupo A	0,9789	0,9588
Grupo B	0,8961	0,1984

En la tabla número 6 se puede apreciar que los valores del nivel de significación son superiores a 0,05; por tanto, se acepta que las muestras provienen de poblaciones con distribución Normal, entonces para la comparación de grupos se utiliza un t de Student.

Prueba de homogeneidad

Tabla 7. Pruebas de Homogeneidad

Homogeneidad de Varianzas			
Hartley Fmax	1.340,0381	Valor p	< 0.001
Cochran C	0,9970	Valor p	0,0000
Prueba de Bartlett (d.f. = 3)	131,2616	Valor p	0,0000
Levene's F (se basa en la media)	48,2647	Valor p	1,0659E-12

En los estudios de homogeneidad se puede observar que las muestras son homogéneas, ya que, los niveles de significación son superiores a 0,05.

Prueba de T STUDENT

Tabla 8. Test de Student

Comparación de Medias						
Estadística Descriptiva						
VAR	N	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Máximo
GRUPO A (1)	10	0,1629	0,0379	0,0014	0,1000	0,2240
GRUPO B (2)	10	0,1086	0,0296	0,0009	0,0775	0,1610
Reporte de medias						
VAR	Media	95% LCL	95% UCL			
GRUPO A (1)	0,1629	0,1358	0,1900			
GRUPO B (2)	0,1086	0,0874	0,1297			
Diferencia de medias (1-2)	0,0544	0,0224	0,0863			
Prueba t suponiendo varianzas iguales						
Diferencia de Medias Hipotetizada	0,0000					
Diferencia de medias	0,0544					
Varianza Combinada	0,0012					
Estadístico de la prueba	3,5758					
Grados de Libertad	18					
Test de Student						
t Valor Crítico (5%)	-1,7341	Valor p	0,9989	H1 (5%)	rechazado	

En la tabla 8 se aplicó el test de Student para determinar si existe diferencia en los grupos estudiados, se obtuvo un valor de p> 0,05 indicando que no existe diferencia entre los grupos.

Análisis de varianza

Tabla 9. ANOVA y test de Tukey

ANOVA							
Origen de la Variación	d.f.	SS	MS	F	Valor p	F crit	Omega Cuadrado
Entre Grupos	3	36,9565	12,3188	41,8597	7,9432E-12	2,8	0,7540
Tukey							
Grupos	Diferencia		Estadístico de la prueba		Valor p		Significativo
GRUPO A (ANTES) vs GRUPO A (DESPUES)	0,0493		0,2872		0,997		No
GRUPO A (ANTES) vs GRUPO B (ANTES)	-2,1672		12,6333		-1,2E-6		Sí
GRUPO A (DESPUES) vs GRUPO B (DESPUES)	0,0544		0,3168		0,9960		No
GRUPO B (ANTES) vs GRUPO B (DESPUES)	2,2709		13,2374		-1,1E-6		Sí

Se compararon los grupos antes y después de ser pulidos; para lo cual, se realizó un análisis de varianzas (ANOVA), se observa en la tabla 9 que el valor de p es menos que 0,05 por lo cual se confirma que, si existen diferencia entre los grupos, para establecer en que grupo existe la diferencia se complementa este estudio con un test de Tukey donde se observa que hay diferencia entre Grupo A (Antes) Vs Grupo B (Antes) Y Grupo B (Antes) Vs Grupo B (Después).

Discusión

Un factor crítico al momento de evaluar los materiales dentales es la rugosidad superficial, ya que influye en su durabilidad y funcionalidad. Aquellas superficies que presenten una mayor rugosidad superficial pueden facilitar la adhesión y acumulación de bacterias, lo que compromete la salud bucal de los pacientes. Por este motivo, un protocolo de pulido abrasivo y uniforme es indispensable, ya que permite eliminar imperfecciones, disminuyendo así la rugo-

sidad superficial, optimizando la estética y la funcionalidad de dichos materiales. Obtener una superficie completamente lisa no solo mejora la apariencia del material, sino que también reduce el riesgo de acumulación bacteriana, contribuyendo así a preservar la salud bucal de los pacientes a largo plazo.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo, comparar la rugosidad superficial de dos materiales dentales: las resinas fotopolimerizables de impresora 3D y las resinas a base de PMMA de termocurado.

Las pruebas estadísticas realizadas en este estudio revelaron que no existen diferencias significativas en la rugosidad superficial de las resinas fotopolimerizables de impresora 3D y las resinas a base de PMMA de termocurado tras realizar el protocolo de pulido. Esto puede explicarse por la naturaleza de los materiales y la efectividad que presentan tras realizar los protocolos de acabado final. La rugosidad final depende mucho del proceso de pulido más no del método de fabricación (29).

La resina de impresora 3D y la resina a base de PMMA presentan composiciones químicamente distintas, pero al aplicar un proceso de pulido adecuado, la rugosidad superficial de estas logra valores clínicamente aceptables (30).

Dichas resinas están diseñadas para lograr superficies completamente lisas al aplicar un proceso de pulido. Autores destacan que, al aplicar protocolos uniformes de pulido, las diferencias en la rugosidad superficial entre estas dos resinas son mínimas. Ambos materiales responden de manera similar al tratamiento superficial debido a la eliminación eficiente de asperezas e irregularidades (31).

Con respecto a las resinas de impresora 3D, los valores en crudo de su rugosidad superficial tienden a ser más homogéneos. Es decir que antes de realizar el pulido, su rugosidad ya es relativamente baja. Esto puede justificarse ya que en la actualidad las impresoras 3D Pueden producir capas muy finas y precisas, lo que da como resultado una superficie inicial relativamente lisa. Por ende, no se ve una diferencia significativa tras realizar el protocolo de pulido. Varios autores realizaron estudios donde se analizó la rugosidad de las resinas de impresora 3D antes y después de un protocolo de pulido, y concluyeron que: la impresión inicial produce superficies con valores de rugosidad bajos (2,32). Por tanto, el pulido adicional no genera un impacto significativo en la rugosidad porque la superficie ya está muy cerca de su nivel óptimo de suavidad.

Hay que tener muy en cuenta que en ocasiones al pulir las resinas de impresora 3D se puede ocasionar un aumento en la rugosidad, esto dependerá de que tan abrasivos sean los métodos de pulido. Varios autores encontraron que ciertos sistemas de pulido pueden incrementar la rugosidad superficial en resinas impresas en 3D. Este efecto se atribuye a la interacción entre la composición química de la resina y el abrasivo del pulidor, que, en lugar de suavizar la superficie, puede crear irregularidades adicionales (33).

En cuanto a la resina a base de PMMA de termocurado, la diferencia de la rugosidad de su superficie antes y después del pulido fue bastante significativa, dado que antes del protocolo de pulido se registraron medidas de hasta 3 micras y posterior a este los valores disminuyeron, llegando inclusive a igualar los valores de la resina para impresora 3D. Siendo así, que el pulido mejora considerablemente la calidad superficial de estas resinas, logrando niveles comparables con las resinas fotopolimerizables. Estas diferencias se deben a que el proceso de termocurado puede generar irregularidades superficiales más marcadas que requieren mayor tratamiento abrasivo para homogeneizarse. Las resinas de PMMA de termocurado tienen superficies más rugosas antes del pulido en comparación con las resinas impresas. El pulido mejora la calidad de estas resinas, logrando niveles aceptables y similares a las resinas fotopolimerizables (34).

Las técnicas que se utilizan para el pulido de las resinas de PMMA son esenciales para minimizar la rugosidad superficial, garantizando así una superficie más homogénea, lo que mejora la estética y la funcionalidad el material (35).

La rugosidad superficial de estas resinas puede comportarse de manera muy diferente antes y después del pulido, debido a las propiedades que presenta cada material y a la efectividad del protocolo de pulido. Las resinas a base de PMMA de termocurado suelen presentar una mayor rugosidad inicial, por esta razón el pulido genera un impacto más significativo en la mejora de su superficie. En cambio, las resinas de impresora 3D de fotopolimerización tienen a presentar una superficie inicial más lisa y uniforme, lo que resuelta en una menor diferencia en la rugosidad después del pulido (2).

Sin embargo, es fundamental realizar estudios adicionales que examinen la rugosidad superficial de estos materiales, utilizando diferentes tipos de pulidos. De esta manera, será posible identificar el método más adecuado para reducir la rugosidad, lo que contribuirá a mejorar la durabilidad y prolongar la vida útil de estos materiales.

Conclusiones

- La rugosidad superficial de las resinas fotopolimerizables para impresora 3D fue baja antes y después del pulido, obteniendo valores menores o iguales a 0,2 µm.
- La rugosidad superficial de resinas a base de PMMA de termocurado antes del pulido tuvo valores muy elevados que superaban los 0,3 µm, siendo mayor a la rugosidad de las resinas de impresora 3D, pero después de realizar el proceso de pulido se pudo llegar a obtener valores menores de hasta 0,078 µm.
- La rugosidad superficial tras comparar los dos materiales luego del pulido no tuvo diferencia significativa dando valores similares o iguales a 0,2 µm.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios adicionales utilizando otros métodos de pulido para determinar cuál es el más adecuado para cada uno de los materiales de esta investigación.
- Se recomienda efectuar otras investigaciones donde se observe a qué valor de rugosidad se pueden presentar cambios de color significativos afectando así a la vida útil de estos materiales.
- Se recomienda realizar estudios donde se verifique si es importante o no someter a un proceso de pulido a las resinas fotopolimerizables para impresora 3D.

Contribución de los autores

Karen Mireya Taimal Valencia: Concepción y diseño del trabajo; recolección deinformación, redacción del manuscrito, revisión crítica delmanuscrito, aprobación de su versión final.

Pablo Ruben Garrido Villavicencio: revisión crítica del manuscrito, aprobación de su versiónfinal.

Bibliografía

1. López G. Rugosidad superficial de resinas Bulk Fill frente a la acción de dos tipos de enjuagues bucales". Estudio in vitro [Internet]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2019. Disponible en: https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/654e440e-f562-4bdc-96eb-a6334a240afd/content
2. Salgado H, Gomes A, Duarte A, Ferreira J, Fernandes C, Figueiral M, et al. Antimicrobial Activity of a 3D-Printed Polymethylmethacrylate Dental Resin Enhanced with Graphene. Biomedicines [Internet]. 10(2607). Disponible en: https://www.mdpi.com/2227-9059/10/10/2607
3. Roig M, Gagliani M. Introducción a la odontología digital. Grupo Asís Biomedia S.L.; 2021. 300 p.
4. Namano S, Kanazawa M, Katheng A, Trang BNH, Hada T, Komagamine Y, et al. Effect of support structures on the trueness and precision of 3D printing dentures: An in vitro study. J Prosthodont Res. 2024;68(1):114-21.

5. Díez-Pascual AM. PMMA-Based Nanocomposites for Odontology Applications: A State-of-the-Art. Int J Mol Sci. 7 de septiembre de 2022;23(18):10288.
6. Ertugrul M, Bakir S, Ozcan N. An evaluation of the effect on streptococcus mutans adhesion of surface roughness in different aesthetic restorative materials. Cumhuriyet Dental Journal. 27(4).
7. Karina Briseño Medrano. ANALISIS DEL USO ODONTOLÓGICO DEL PMMA COMBINADO CON GRAFENO PARA LA ELABORACIÓN DE PRÓTESIS TOTALES. [Internet]. [MÉXICO, Cd. Mx.]: Universidad Nacional Autónoma de México.; Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000839958/3/0839958.pdf
8. Chiayi Shen, H., Ralph Rawls, Josephine F., Esquivel-Upshaw. Phillips CIENCIAS de los MATERIALES DENTALES [Internet]. 13.a ed. Avda. Tarradellas, Barcelona España: ELSEVIER; Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=ktFvEAAAQBAJ&pg=PA236&dq=fase+arenosa+del+pmma+en+odontologia&hl=es&newbks=1&newbks_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwiDh-_Qt5qHAxWdTDABHRe4BvsQ6wF6BAgBEAE
9. José Luis Cova N. BIOMATERIALES DENTALES [Internet]. Primera. AMOLCA; Disponible en: https://uce-edu-my.sharepoint.com/personal/jdelvalle_uce_edu_ec/Documents/Libros/Libros%20Materiales%20Dentales/Biomateriales%20Dentales%20-%20Cova.pdf
10. DAIANE PEREIRA CAMACHO, TEREZINHA INEZ ESTIVALET SVIDZINSK, MÁRCIA CRISTINA FURLANETO, MURILO BAENA LOPES, GIOVANI DE OLIVEIRA CORRÊA. RESINAS ACRÍLICAS DE USO ODONTOLÓGICOÀ BASE DE POLIMETILMETACRILATO. BJSCR. 6(3):63-72.
11. HUGE DENTAL MATERIAL CO., LTD. Ficha de Datos de Seguridad [Internet]. Disponible en: https://d3tfk74ciyjzum.cloudfront.net/proclinic-es/annexes/h53545msds_es_.pdf
12. Federico Humberto Barceló Santana, Jorge Mario Palma Calero. MATERIALES DENTALES CONOCIMIENTOS BÁSICOS APLICADOS [Internet]. 3a ed. MÉXICO: TRILLAS; 227-230 p. Disponible en: https://es.scribd.com/document/358300515/Materiales-Dentales-Barcelo-PDF
13. Bertana V, De Pasquale G, Ferrero S, Scaltrito L, Catania F, Nicosia C, et al. 3D Printing with the Commercial UV-Curable Standard Blend Resin: Optimized Process Parameters towards the Fabrication of Tiny Functional Parts. Polymers. febrero de 2019;11(2):292.
14. Lee EH, Ahn JS, Lim YJ, Kwon HB, Kim MJ. Effect of post-curing time on the color stability and related properties of a tooth-colored 3D-printed resin material. J Mech Behav Biomed Mater. 1 de febrero de 2022;126:104993.
15. Li P, Lambart AL, Stawarczyk B, Reymus M, Spintzyk S. Postpolymerization of a 3D-printed denture base polymer: Impact of post-curing methods on surface characteristics, flexural strength, and cytotoxicity. J Dent. diciembre de 2021;115:103856.
16. Bayarsaikhan E, Gu H, Hwangbo NK, Lim JH, Shim JS, Lee KW, et al. Influence of different postcuring parameters on mechanical properties and biocompatibility of 3D printed crown and bridge resin for temporary restorations. J Mech Behav Biomed Mater. abril de 2022;128:105127.
17. Chen H, Hou JP, Lee SY, Lin YM. Effects of postpolymerization time and temperature on the flexural properties and hardness profile of three-dimensional printed provisional resin. J Dent Sci. enero de 2024;19(1):455-60.
18. Billings C, Siddique R, Liu Y. Photocurable Polymer-Based 3D Printing: Advanced Flexible Strain Sensors for Human Kinematics Monitoring. Polymers (Basel). 20 de octubre de 2023;15(20):4170.
19. Singh R, Gupta A, Tripathi O, Srivastava S, Singh B, Awasthi A, et al. Powder bed fusion process in additive manufacturing: An overview. Materials Today: Proceedings. 2020;26:3058-70.
20. Ochoa JP. New Stetic S.A. 2024 [citado 12 de julio de 2024]. IMPRESIÓN 3D DENTAL: TRANSFORMANDO LA ODONTOLOGÍA MODERNA. Disponible en: https://www.newstetic.com/articulos/impresion-3d-dental-transformando-la-odontologia-moderna/
21. Pérez Sevilla M, Rivas Navazo F, Sánchez Ortega PL. Manual de Impresión 3D Resina. 2024 [citado 12 de julio de 2024]; Disponible en: https://riubu.ubu.es/handle/10259/9171
22. Tian Y, Chen C, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, et al. A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. Scanning. 17 de julio de 2021;2021:9950131.
23. Kim GT, Go HB, Yu JH, Yang SY, Kim KM, Choi SH, et al. Cytotoxicity, Colour Stability and Dimensional Accuracy of 3D Printing Resin with Three Different Photoinitiators. Polymers. 2022;14(5):undefined-undefined.
24. Toaza Paucar, Adriana Elizabeth. "RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE RESINAS COMPUESTAS MEDIANTE SISTEMAS DE PULIDO" [Internet]. [Riobamba]: Universidad Nacional de Chimborazo; 2023. Disponible en: http://

dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/11178/1/Toaza%20Paucar%2C%20A%282023%29Rugosidad%20superficial%20de%20resinas%20compuestas%20mediante%20sistemas%20de%20Pulido%28Tesis%20de%20Pregrado%29%20Universidad%20Nacional%20de%20Chimborazo%2C%20Riobamba%2C%20Ecuador.pdf

25. Urresta García Diego Ricardo. Rugosidad superficial de ionómero de vidrio convencional adicionado con teobromina cristalina al 1%. Estudio in vitro. [Internet]. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2020. Disponible en: https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/15650558-a96b-46ac-9744-e08e1a7f6570/content

26. Al-Dwairi ZN, Tahboub KY, Baba NZ, Goodacre CJ, Özcan M. A Comparison of the Surface Properties of CAD/CAM and Conventional Polymethylmethacrylate (PMMA). J Prosthodont. abril de 2019;28(4):452-7.

27. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent Mater. julio de 1997;13(4):258-69.

28. Aydın N, Topçu FT, Karaoğlanoğlu S, Oktay EA, Erdemir U. Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. J Clin Exp Dent. mayo de 2021;13(5):e446-54.

29. Postiglione G. Smart Materials and Additive Manufacturing [Internet]. Department of Chemistry, Materials and Chemical Engineering "Giulio Natta"; 2017. Disponible en: file:///C:/Users/home/Downloads/2017_03_PhD_Postiglione.pdf

30. Careño A, Torres M, Ramírez M, Núñez J. A comparative Study to Evaluate the Subtractive and Additive Process in Dentistry: A Systematic Review. Ingenierías USBmed [Internet]. 15(1). Disponible en: file:///C:/Users/home/Downloads/Dialnet-UnEstudioComparativoParaEvaluarElProcesoSustractiv-9574340.pdf

31. Quezada M, Gomes C, Martín J, Correia A, Fonseca P. Influence of different processing techniques for prosthetic acrylic resins in the surface roughness parameters: a research article. BMC Oral Health [Internet]. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38816807/

32. Jung YH, Kong HJ, Kim YL. Effect of fabrication method and surface polishing on the surface roughness and microbial adhesion of provisional restoration. J Dent Rehabil Appl Sci. 40(3):149-58.

33. Vichi A, Mura G, Vannini F, Baldani S, Paolone G, Goracci C. Effects of Repolishing Systems on Surface Characteristics of a 3D-Printed Permanent Material. Appl Sci [Internet]. 15(171). Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-3417/15/1/171

34. Unkovsky A, Fernandez P, Benkendorff V, Klink A, Spintzyk S. Surface Characteristics of Milled and 3D Printed Denture Base Materials Following Polishing and Coating: An In-Vitro Study. MDPI [Internet]. 13. Disponible en: file:///C:/Users/USER-PC/Downloads/materials-13-03305.pdf

35. Meneghello R, Di Fiore A, Brun P, Rosso S, Gattazzo A, Stellini E, et al. Comparison of the flexural and surface properties of milled, 3D-printed, and heat polymerized PMMA resins for denture bases: An in vitro study. J Prosthodont Res. 66(3):502-8.

Para referenciar aplique esta cita:
Taimal Valencia KM, Garrido Villavicencio PR. Resina fotopolimerizable para impresora 3D, resinas a base de PMMA de termocurado, cámara de post-polimerización, rugosidad superficial, pulido. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):4-18. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/321

Artículo Original

Revista Ecuatoriana de Pediatría

Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Artículo Original
Área de estudio: Pediatría
Páginas: 19-30
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e322
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/3222

Sorción de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas de PMMA de termocurado. Estudio In Vitro

Sorption of photopolymerizable resins for 3D printers and thermosetting PMMA resins. In Vitro Study vascular malformations in children

Odalis Polett Paredes Silva[1]; Pablo Ruben Garrido Villavicencio[2]

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la sorción en resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas PMMA de termocurado mediante un estudio in vitro. **Metodología:** Estudio experimental in vitro, con 10 cuerpos de prueba de PMMA de termocurado y 10 cuerpos de prueba de resina impresas en 3D. Para su fabricación se usaron matrices circulares de acero inoxidable de 22.1 mm de diámetro externo, 15mm de diámetro interno, 1mm de espesor en base a las normas ISO 4049. Las muestras fueron pulidas y almacenadas en recipientes plásticos con gel de sílice y expuestas a 37°C durante 22 horas, seguidas de 2 horas a 23°C. fueron pesadas en una balanza analítica cada 24 horas. Se calculó el área y volumen. Se sumergieron en 10 ml de agua bidestilada en tubos de ensayo a 37°C durante 7 días. Después de lavar y secar las muestras, se pesan nuevamente (m2). Finalmente, las muestras se colocaron de nuevo en recipientes con gel de sílice a 37°C y se pesaron diariamente hasta obtener una masa constante (m3). Los resultados se realizaron en el programa estadístico BioStat 5.3 (Brasil) mediante la pueba T de Student (p 0,05). **Resultados:** Los resultados de la prueba de sorción fueron obtenidos después de proceso de obtención de tres masas diferentes, en donde fue necesario el uso tanto de una balanza analítica (Boeco-Germany) como una estufa (Memmert). Los resultados se obtuvieron en µg/mm3. En donde la resina impresa en 3D obtuvo un valor media de 46.11 µg/mm3 mientras que la resina PMMA de temocurado obtuvo un valor media de 22.60 µg/mm3 **Conclusiones:** En el presente estudio, en base al método de experimentación expuesto, se demostró que cuando se comparó entre grupos, la resina PMMA presentó una sorción estadísticamente menor en comparación con la resina impresa 3D.

Palabras clave: Resina PMMA de termocurado, Resina fotopolimerizable para impresora 3D, Restauración provisional, Sorción.

1. Facultad de Odontologia; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador
2. Facultad de Odontologia; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador

Jorge Oliveros-Rivero https://orcid.org/0009-0001-7437-481X
Pablo Ruben Garrido Villavicencio https://orcid.org/0000-0002-5223-1017

Correspondencia: Odalis Paredes; Av. Universitaria, 170129 Quito, Ecuador; opparedes@uce.edu.ec

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Objective: To evaluate the sorption in light-curing resins for 3D printers and thermocuring PMMA resins through an in vitro study. **Methodology:** Experimental in vitro study, with 10 heat-curing PMMA test bodies and 10 3D printed resin test bodies. Circular stainless-steel dies of 22.1 mm external diameter, 15mm internal diameter, 1mm thickness based on ISO 4049 standards were used for their fabrication. The samples were polished and stored in plastic containers with silica gel and exposed to 37ºC for 22 hours, followed by 2 hours at 23ºC. They were weighed on an analytical balance every 24 hours. The area and volume were calculated. They were immersed in 10 ml of double distilled water in test tubes at 37ºC for 7 days. After washing and drying the samples, they were weighed again (m2). Finally, the samples were placed again in containers with silica gel at 37ºC and weighed daily until a constant mass (m3) was obtained. The results were performed in the statistical program BioStat 5.3 (Brazil) using Student's t-test (p 0.05). **Results:** The results of the sorption test were obtained after a process of obtaining three different masses, where it was necessary to use both an analytical balance (Boeco-Germany) and an oven (Memmert). The results were obtained in µg/mm3. In which the 3D printed resin obtained a mean value of 46.11 µg/mm3 while the PMMA resin obtained a mean value of 22.60 µg/mm3 **Conclusions:** In the present study, based on the exposed experimental method, it was demonstrated that when compared between groups, the PMMA resin presented a statistically lower sorption compared to the 3D printed resin.

Keywords: Heat-Curing PMMA Resin, Light-Curing Resin For 3D Printer, Temporary Restoration, Sorption.

Introducción

En la rehabilitación oral, uno de los aspectos más importantes para lograr un tratamiento exitoso y duradero, es la adecuada fabricación de provisionales. Con el paso de los años, se han introducido al mercado nuevos materiales restauradores provisionales con el objetivo de mejorar su durabilidad y funcionalidad, hasta que sus prótesis definitivas puedan ser instaladas. Una de las más conocidas y utilizadas a lo largo de los años son las resinas acrílicas de PMMA de termocurado que presentan diferentes características, sin embargo, a su vez en la actualidad se menciona también el uso de resinas impresas en 3D, mismas que han permitido la evolución de la odontología actual(1).

Algunas de las características más importantes que destacan en las resinas acrílicas de PMMA es la biocompatibilidad, además es un polímero estable que no se decolora con la luz UV y muestra una buena resistencia química al calor por cual permite su moldeo como un material termoplástico (2,3).

Por otro lado, las resinas impresas en 3D ofrece ventajas significativas en odontología, como la reducción del desperdicio de materiales durante la polimerización mediante el uso selectivo de rayos láser, acorta los tiempos de procedimiento y trabajo de laboratorio, facilita la adaptación del tejido y garantiza alta estética y biocompatibilidad con los tejidos bucales(4).

La sorción está relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un tiempo, y la expansión relacionada a esa sorción(5).

Anusavice et al. enmarcan este término en el ámbito odontológico, particularmente en los materiales dentales, definiéndolo como la cantidad de agua adsorbida tanto en la superficie como en el interior de un material, por otro lado, la sorción influye en la longevidad y en el éxito clínico que puedan presentar las protesis definitivas.

El presente estudio "Sorción de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas de PMMA de termocurado. Estudio In Vitro" tiene como finalidad determinar la sorción que presentan las mismas, permitiendo evaluar cuál de ellas es más adecuada para su uso en el ámbito odontológico.

Desarrollo

Resinas a base de polimetilmetracrilato (PMMA)

Definición

El PMMA (polimetilmetacrilato) es un polímero, de baja densidad, estable y duradero

perteneciente al grupo de las resinas acrílicas. El PMMA es un termoplástico, transparente y rígido que puede moldearse con el calor, tienen un color similar al de los dientes, además es el polímero más conocido de la familia de los metacrilatos, presenta excelente biocompatibilidad, característica que lo hace adecuado para una amplia variedad de aplicaciones biomédicas, entre ellas la odontología (5,6).

Composición

Tabla 1. Componentes del líquido PMMA.

COMPONENTE	FUNCION
Metilmetaclitato	Monómero
Hidroquinona	Previene la polimerización del monómero durante su almacenamiento
Dimetacrilato de glicol	Agente para el entrecruzamiento de cadenas

Tabla 2: Componentes del Polvo PMMAponentes del líquido PMMA.

COMPONENTE	FUNCION
Poli (metilmetacrilato)	Iniciador
Peróxido de benzoilo	Partículas de polímero
Dióxido de Titanio	Reduce la translucidez
Pigmentos	Simula los colores de los tejidos
Fibras de Colores	Simulan los pequeños vasos sanguíneos

Ventajas

El PMMA, conocido por sus múltiples ventajas, destaca principalmente por su biocompatibilidad. Es un polímero estable que no se decolora con la luz UV y muestra una buena resistencia química al calor, ablandándose a 125°C, lo que permite su moldeo como un material termoplástico(3,6).

Su estructura lineal facilita su solubilidad en diversos solventes orgánicos como cloroformo y acetona, además, posee una baja densidad de 1,18 g/cm 3, lo que contribuye a su ligereza. Los acrílicos son fácilmente trabajables mediante taladrado, fresado y grabado con herramientas de carburo, ofreciendo una opción económica para aplicaciones diversas(3,6).

Desventajas

Al igual que todas las resinas acrílicas, El PMMA tiende a absorber agua mediante un proceso de imbibición, es decir muestra una alta absorción de agua y muestra poca resistencia a la flexión y al impacto, lo que restringe su uso en ciertas aplicaciones, además presenta un considerable aumento del calor exotérmico, baja resistencia a la abrasión, alta contracción volumétrica y riesgo de toxicidad pulpar debido al monómero libre. También se menciona entre las desventajas que posee es una gran susceptibilidad a la colonización microbiana (4,6,7)

Resinas fotopolimerizables para impresoras 3D

Definición

La impresión tridimensional (3D) se refiere a un método que crea objetos de forma de gradual, es decir capa por capa, esta tecnología está experimentando un rápido avance y ha sido proada por varios usuarios. Su crecimiento acelerado se refiere a las numerosas ventajas que ofrece en comparación con los métodos tradicionales de fabricación. Además, se considera como una tecnología fundamental para la revolución industrial (4).

Métodos de impresión

En odontología, la estereolitografía (SLA) y el procesamiento de luz digital (DLP) son las tecnologías más utilizadas, en ambos sistemas de impresión un objeto se construye mediante la deposición de capas consecutivas de material fotosensible que se polimeriza fácilmente (8).

- **SLA:** La estereolitografía (SLA) es una técnica de additive manufacturing (AM) o fabricación aditiva, que selectivamente fotocura fotopolímeros líquidos en cubas mediante polimerización activada por luz, la fuente de luz es un único rayo láser de luz ultravioleta, que se transmite a través de la capa impresa cambiando la posición y el ángulo de elementos ópticos como lentes y espe-

jos(11). Los SLA se pueden clasificar en varias categorías dependiendo del movimiento de la plataforma y el láser, la impresión SLA puede producir productos de alta calidad con alta precisión, acabado superficial liso, y translucidez, sin embargo, las impresoras SLA consumen más impresión, tiempo y resina en comparación con otras tecnologías de impresión (9).

- **DLP:** La proyección de luz digital (DLP) es una técnica de AM en la cual el área de la sección transversal de cada capa del modelo se imprime a la vez proyectando luz ultravioleta sobre una matriz de micro espejos que se ajusta para formar el patrón de la sección transversal impresa (9).

Composición

La fórmula de la resina fotopolimerizable para impresoras 3D, reforzada con nanopartículas, está compuesta por varios ingredientes. En primer lugar, contiene entre un 40% y un 60% en peso de una resina epoxi líquida. Además, incluye un porcentaje variable (entre 0% y 40% en peso) de al menos un polimetacrilato líquido con funcionalidad metacrilato (10).

También se añaden fotoiniciadores catiónicos y por radicales en proporciones que van desde un 0,1% hasta un 10% en peso para cada componente, respectivamente (10).

La fórmula incluye entre un 5 % y un 15 % en peso de polímeros con grupos OH terminales, y entre un 2 % y un 30 % en peso de compuestos insaturados e hidroxilos. Adicionalmente, se incorpora un porcentaje variable de un compuesto hidroxilado sin grupos insaturados, así como entre un 0,1% y un 5% de óxido de grafeno o grafeno funcional con un componente adhesivo.

Por último, pueden incluirse otros materiales de refuerzo, como nanotubos de halloysita, en una cantidad que varía entre un 0,1% y un 20% en peso. Estos componentes suman un 100 % en peso en la formulación final(10).

Ventajas

La impresión 3D ofrece ventajas significativas en odontología, como la reducción del desperdicio de materiales durante la polimerización mediante el uso selectivo de rayos láser, además, acorta los tiempos de procedimiento y trabajo de laboratorio, facilita la adaptación del tejido y la duplicación de dentaduras postizas existentes, garantiza alta estética y biocompatibilidad con los tejidos bucales, y elimina errores humanos en la fabricación, es decir errores que puedan ser cometidos por técnicos dentales. También permite la creación de bases completas de prótesis sin moldes ni herramientas de corte, esto debido a que puede recibir datos CAD directamente para generar modelos digitales rápidamente(4).

Desventajas

La fabricación aditiva (AM) en odontología presenta desafíos como la anisotropía y el bajo contenido de relleno, atribuidos a la técnica de construcción por capas(8,9).

Estudios indican que la estructura de soporte influye significativamente en la precisión de los objetos impresos en 3D mediante tecnología SLA, por ejemplo, la impresión de dentaduras postizas a un ángulo de 45° se considera más precisa en comparación con orientaciones de 0° y 90°, pero puede resultar problemática debido a la congestión de la estructura de soporte. La orientación de impresión también afecta las propiedades mecánicas y la precisión, destacando la importancia de seleccionar adecuadamente la dirección de construcción con el objetivo de disminuir la anisotropía y las debilidades físicas propias al método de capas(8,9).

Sorción

Definición

La sorción acuosa es un fenómeno en el cual se encuentra presentes tanto la absorción como la adsorción donde:

Absorción; se conoce al proceso mediante el cual una sustancia penetra en la masa de un material sólido (5).

Adsorción; es conocido como un proceso de acción superficial, donde cierta sustancia penetra en las primeras capas de un material sólido (5).

Es decir, la sorción está relacionada con la cantidad de agua adsorbida por la superficie y absorbida por la masa de una resina en un tiempo, y la expansión relacionada a esa sorción (5).

De manera similar, Anusavice et al. enmarcan este término en el ámbito odontológico, particularmente en los materiales dentales, definiéndolo como la cantidad de agua adsorbida tanto en la superficie como en el interior de un material.

Según la norma ISO 4049:2009 (11) se establece la siguiente ecuación de cálculo para obtener sus valores:

$$Wsp = \frac{(m2-m3)}{V}$$

Dónde:

W_{sp}= Sorción (14).

m_2= Es la masa del espécimen, en microgramos, después de inmersión en agua durante 7 días (14).

m_3= es la masa del espécimen reacondicionado, en microgramos (11).

V = es el volumen de la muestra, expresado en milímetros cúbicos (11).

Metodología

Este estudio experimental in vitro investigo la sorción de agua en 10 cuerpos de prueba de PMMA de termocurado y 10 de resina impresa en 3D, ambos con dimensiones estandarizadas según la norma ISO 4049. Las muestras, seleccionadas por conveniencia, fueron sometidas a ciclos controlados de secado e inmersión en agua bidestilada, y la sorción se calculó mediante una fórmula específica utilizando mediciones de masa antes y después de la inmersión y el volumen de la muestra. Se detalló la estandarización en la fabricación de ambos tipos de resina, incluyendo el diseño e impresión 3D, el uso de matrices para PMMA y el pulido de todas las muestras. La recolección de datos implicó la revisión de trabajos previos y la obtención de permisos para el uso de equipos de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador, donde se realizaron las mediciones con una balanza calibrada. Los resultados se analizarán estadísticamente con la prueba T de Student en el software BioStat 5.3 para comparar la sorción entre los dos materiales.

Figura 1. A. Preparación del modelo B. Creación del molde C. Retiro del modelo.

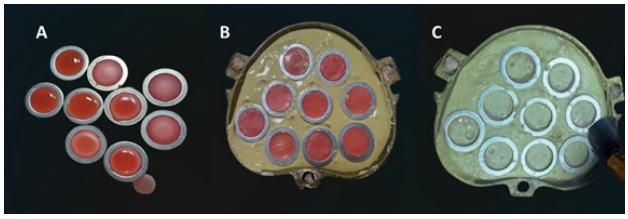
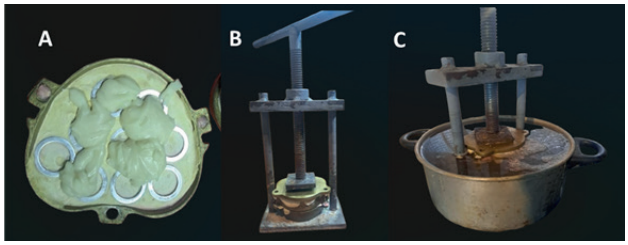


Figura 2. A. Preparación del material de termocurado B. Prensado C. Cocción o Termocuración.



Procedimiento: Se elaboraron 10 muestras de PMMA de termocurado (Grupo A) utilizando una matriz circular de acero inoxidable y un proceso que incluyó encerado, moldeo en yeso, aislamiento, prensado, termocurado a 45 minutos, enfriamiento, acabado y pulido hasta alcanzar dimensiones de 15,0±0,1 mm de diámetro y 1,0± 0,2 de espesor. De manera similar, se fabricaron 10 muestras de resina impresa en 3D (Grupo B) diseñadas en Meshmixer con las mismas dimensiones, impresas en una Photon Ultra DLP 3D con parámetros específicos para una resina dental beige, lavadas con alcohol isopropílico al 90% y post-curadas du-

rante 16 minutos. Todas las muestras fueron calibradas, etiquetadas y llevadas al Laboratorio de Patología para el experimento de sorción. Este consistió en un secado inicial con gel de sílice a 37°C por 22 horas seguido de 2 horas a 23°C, pesajes cada 24 horas hasta obtener la masa constante (m1), medición del diámetro y espesor para calcular el volumen, inmersión individual en 10 ml de agua bidestilada a 37°C durante 7 días, lavado, secado al aire libre, pesaje (m2) y un segundo proceso de secado hasta obtener una masa constante (m3). La sorción se calculó con la fórmula Wsp=-Vm2-m3.



Figura 3. Calibración de las muestras (arriba). Muestras de PMMA etiquetadas (medio). A: Impresora "ANYCUBIC" B: Muestras impresas C: Cámara de postpolimerización (abajo).

Aspectos Éticos

El presente estudio in vitro, titulado "Sorción de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas de PMMA de termocurado. Estudio In Vitro", fue llevado a cabo por la investigadora Paredes Silva Odalis Polett. Dado que la investigación se realizó bajo un diseño experimental in vitro sin la intervención directa ni la toma de muestras en seres humanos vivos, no requirió de la firma de un consentimiento informado tradicional; sin embargo, el protocolo metodológico y los lineamientos de bioseguridad y manejo de materiales fueron evaluados y aprobados formalmente por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad Central del Ecuador (CEISH-UCE) —avalado por el Ministerio de Salud Pública mediante el Oficio N° MSP-VGVS-2021-0076-O de fecha 22 de febrero de 2021—, obteniendo su aprobación oficial el 30 de julio de 2024.

Resultados

Los resultados derivados de la prueba de sorción fueron obtenidos después de proceso de obtención de tres masas diferentes, en donde fue necesario el uso tanto de una balanza analítica (Boeco-Germany) como una estufa (Memmert). Los resultados se obtuvieron en µg/mm3 (Tabla 4).

Tabla 3. Cálculo del volumen de las muestras.

CÁLCULO DE VOLUMEN								
MUESTRA	PMMA DE TERMOCURADO				RESINA 3D			
	π	R (mm)	H (mm)	V (mm³)	π	R (mm)	H (mm)	V (mm³)
1	3,1415	7,5	1,2	212,051	3,1415	7,45	1	174,361
2	3,1415	7,5	1,2	212,051	3,1415	7,45	1	174,361
3	3,1415	7,5	1,2	212,051	3,1415	7,45	1	174,361
4	3,1415	7,6	1	179,073	3,1415	7,45	1	174,361
5	3,1415	7,6	1,1	196,981	3,1415	7,45	1	174,361
6	3,1415	7,5	1,2	212,051	3,1415	7,45	1	174,361
7	3,1415	7,5	1,1	194,380	3,1415	7,45	1	174,361
8	3,1415	7,5	1,1	194,380	3,1415	7,45	1	174,361
9	3,1415	7,5	1,1	194,380	3,1415	7,45	1	174,361
10	3,1415	7,5	1,1	194,380	3,1415	7,45	1	174,361

Se calculó el volumen de las muestras tomando en cuenta la formula π × radio al cuadrado (R) × altura (H). En la tabla 3 se observan los valores de las diez muestras; posteriormente se procede a pesar las muestras.

Tabla 4. Masas en microgramos (µg) de las muestras.

MASAS						
MUESTRA	MASA 1 (ug)		MASA 2 (ug)		MASA 3 (ug)	
	PMMA	3D	PMMA	3D	PMMA	3D
1	217.600	152.900	221.600	159.600	217.300	151.700
2	223.800	152.000	228.000	158.800	223.600	150.900
3	227.200	151.500	231.400	158.100	226.800	150.400
4	216.700	147.000	220.500	153.300	216.000	145.800
5	241.600	152.300	246.100	159.100	241.100	151.000
6	224.700	158.700	228.900	165.900	224.400	157.400
7	218.100	160.000	222.200	167.100	218.000	158.600
8	219.800	154.600	224.000	161.200	219.500	153.100
9	226.200	148.300	230.600	155.000	226.000	147.000
10	223.600	151.900	227.800	158.600	223.300	150.400

En la tabla 3 se puede observar el peso de las muestras deshidratadas (MASA 1), luego de haber sido sometidas a la prueba de sorción (MASA 2) y luego de haber sido deshidratadas después del proceso de sorción.

Tabla 5. Valores de sorción (µg/mm3) de las muestras.

SORCIÓN		
MUESTRA	**PMMA (µg/mm3)**	**3D (µg/mm3)**
1	20,278	45,31
2	20,750	45,31
3	21,693	44,16
4	25,129	43,01
5	25,383	46,46
6	21,221	48,75
7	21,607	48,75
8	23,150	46,46
9	23,665	45,88
10	23,150	47,03

Se procede a realizar el cálculo de la sorción realizando la resta de los valores de la Masa 2 con la Masa 1 sobre el Volumen (Tabla 4); y se procede a la estadística descriptiva, en la cual se observan los valores de media y desviación estándar del grupo de PMMA (Grupo 1/ Tabla 5) y del grupo de resina impresa 3D (Grupo 1 / Tabla 6).

Tabla 6. Estadística descriptiva grupo A (PMMA).

PMMA (µg/mm3)					
N	10				
Media	22,6028	Error Estándar de la Media	0,5618		
Media LCL 95%	21,3318	Media UCL 95%	23,8737		
Media recortada (5%)	22,5774	Media Geométrica	22,5407	Media Armónica	22,4796
Mediana	22,4217	Error de la Mediana	0,2227	Moda	23,1505
Desviación Estándar	1,7766	Varianza	3,1565	Coeficiente de Variación	0,0786
Rango	5,1051	Mínimo	20,2781	Máximo	25,3832
IQR	2,2186	Percentil 25% (Q1)	21,3177	Percentil 75% (Q3)	23,5363
Suma	226,0276	Error Estándar de la Suma	5,6183		
Suma de Cuadrados Total	5.137,2558	Suma de Cuadrados Ajustada	28,4083		
Segundo Momento	2,8408	Tercer Momento	1,5849	Cuarto Momento	14,8275
Asimetria de Fisher	0,3925	Asimetria	0,3310	Error Estándar del Asimetria	0,6145
Kurtosis de Fisher	-1,0912	Kurtosis	1,8373	Error Estándar de la Kurtosis	0,9224

Tabla 7. Estadística descriptiva grupo B (Resina 3D).

3D (µg/mm3)					
N	10				
Media	46,1112	Error Estándar de la Media	0,5748		
Media LCL 95%	44,8109	Media UCL 95%	47,4115		
Media recortada (5%)	46,1367	Media Geométrica	46,0789	Media Armónica	46,0466
Mediana	46,1686	Error de la Mediana	0,2278	Moda	#N/A
Desviación Estándar	1,8177	Varianzas	3,3039	Coeficiente de Variación	0,0394
Rango	5,7352	Mínimo	43,0142	Máximo	48,7494
IQR	1,5772	Percentil 25% (Q1)	45,3083	Percentil 75% (Q3)	46,8855
Desviación Media	1,3765	MAD (Mediana de la desviación absoluta)	1,4338	Coeficiente de dispersión (COD)	0,0298
Suma	461,1120	Error Estándar de la Suma	5,7480		
Suma de Cuadrados Total	21.292,1642	Suma de Cuadrados Ajustada	29,7351		
Segundo Momento	2,9735	Tercer Momento	-0,0589	Cuarto Momento	20,4913
Asimetria de Fisher	-0,0136	Asimetria	-0,0115	Error Estándar del Asimetria	0,6145
Kurtosis de Fisher	-0,2422	Kurtosis	2,3176	Error Estándar de la Kurtosis	0,9224

Se procede a realizar el estudio de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad y el de Cochran C para la homogeneidad de las muestras; las muestras son normales y homogéneas ($p< 0,05$).

Tabla 8. Pruebas de Normalidad y Homogeneidad.

Prueba	Estadístico de la prueba	Valor p	
W de Shapiro-Wilk	0,9563	0,7425	
Cochran C	0,5114	Valor p	0,9469

Al ser estudio normal y paramétrico se realiza una prueba t de Student en donde se observa que existe una diferencia estadística. ($p< 0,05$).

Tabla 9. Prueba T de Student.

Prueba t de student					
Diferencia de Medias Hipotetizada	0,0000				
Diferencia de medias	-23,3394				
Varianza Combinada	3,2139				
Estadístico de la prueba	27,6171				
Grados de Libertad	16				
T de student unidireccional					
t Valor Crítico (5%)	1,7459	Valor p	0,0000	H1 (5%)	aceptado

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la sorción de dos tipos de resinas, resina de PMMA de termocurado y resina impresa en 3D, mismas que presentan cada una diferentes ventajas para la odontología, es importante mencionar que la sorción es una de las propiedades más importantes a ser evaluada en los materiales dentales, ya que la misma puede influir en diferentes aspectos (1).

La sorción es una propiedad física de los materiales dentales, misma que si es excesiva puede afectar la estabilidad dimensional, que causa tensiones internas que impactan negativamente el éxito a largo plazo y provocan el fallo de la prótesis, como fracturas o grietas; es decir para que un material tenga éxito, debe tener una sorción mínima de agua (12).

Sin embargo, las propiedades físicas de las resinas impresas en 3D y su rendimiento en base a diferentes pruebas aún no se han investigado a fondo. Berli et al. Realizaron la investigación de la sorción de resinas impresas en 3D; donde los resultados fueron que las resinas impresas en 3D tenían valores de sorción de agua más altos que otras resinas (1,12).

En la presente investigación el tipo de impresión que se uso fue DLP, esta es una de las tecnologías de impresión 3D que presenta más ventajas para aplicaciones dentales debido a su velocidad de procesamiento rápido, resolución superior y costo razonable de la impresora y sus componentes (13).

Se mencionan algunas razones por las cuales las resinas impresas en 3D poseen mayor sorción, el aumento de la sorción de agua puede tener su principalmente en la técnica de polimerización, es decir debido a los bajos grados de polimerización de resinas impresas en 3D existen monómeros no reaccionados (12). Otra de las razones puede ser los componentes de resinas polimerizadas, como agentes de enlace cruzado, plastificantes, iniciadores o materiales solubles, esto conduce a una alta sorción de agua, otro factor que afecta a la sorción de agua son las diferencias en la composición química entre resinas de termocurado y resinas impresas en 3D (12).

Además de la técnica de polimerización, otra razón para una sorción aumentada es la técnica de capa impresa utilizada para fabricar resinas impresas en 3D, al ser la impresión 3D una técnica de impresión por capas existe agua absorbida entra entre las mismas, posterior a ello, las moléculas de agua se difunden en el polímero de resina, lo que permite llenar los espacios interpolimericos con agua, obligando a la cadena de polímero a alejarse de otras cadenas, este fenómeno podría afectar de forma negativa a la interfaz de estratificación, misma que conduce a la deformación de la resina y separa las capas impresas (12). La presencia de vacíos en resinas impresas en 3D se confirmó con microscopía electrónica de escaneo según Perea-Lowery L et al. El agua que se absorbe se esparce y penetra los espacios y vacíos, lo que podría explicar el aumento de los niveles de sorción de agua en resinas impresas en 3D. Es por ello que el proceso de postpolimerizacion en resinas impresas en 3D es un proceso importante, mismo que no puede ser omitido, ya que contribuye a la minimización de los efectos

negativos que producen la sorción pues evita deformaciones y fracturas prematuras, por lo cual es un proceso esencial que garantiza que las resinas mantengan sus propiedades funcionales a largo plazo, en especial en entornos húmedos como es la cavidad oral (12).

Como mencionan Gad M et al, en su estudio la sorción de agua de resinas impresas en 3D aumentó en comparación con la resina de termocurado. Estos datos fueron similares a los estudios de Perea-Lowery y Berli et al., que encontraron valores de sorción de agua más altos para resinas impresas en 3D (12,14,15).

Diversos estudios han demostrado que el PMMA absorbe agua lentamente durante un período de tiempo, esto se debe a las propiedades polares de las moléculas de resina, en el estudio de Hakan S. et al, se menciona que la sorción de los difentes tipos de resinas acrílicas es de 10 a 25 µg/mm3 (13,16). El resultado mencionado en el estudio demuestra que existe similitud con los resultados que se obtubieron en la presente investigación donde los resultados de la sorción del PMMA fueron en un rango de 20 a 25 µg/mm3.

Asi también Miettinen et al, afirmaron que la sorción de agua y la solubilidad dependían de la homogeneidad del material. Es decir, cuanto más homogéneo es un material menos agua absorbe y menos soluble es, una elevada porosidad facilitará el transporte de fluidos dentro y fuera de la red, lo que resulta en una mayor sorción de agua (16).

Entre las desventajas que se encuentran al tener una sorción elevada en el PMMA es que el agua tiene un efecto plastificante misma que liberará tensiones, por lo tanto, estas tensiones internas provocan distorsiones en el material, las manifestaciones clínicas que se asocian a estos efectos son la contracción durante el curado, el enfriamiento y el acabado, posteriormente, se observará una expansión debido a la absorción de agua (17).

Diversos autores han demostrado que se producen cambios tridimensionales independientemente de la técnica de procesado o de la resina elegida (17).

De manera general se puede mencionar que los procesos de sorción pueden provocar cambios dimensionales en los materiales, pueden afectar a sus propiedades mecánicas, pueden producir cambios en el color de las restauraciones, empeorando su aspecto estético, o alterar su biocompatibilidad, puesto que los componentes liberados podrían afectar a las células pulpares (18).

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación se fundamentan en base a la norma ISO 4049 del año 2009 para biomateriales dentales misma que estableció menos de 40µg/mm3 como una sorción ideal para materiales dentales. Sin embargo, el grupo de resina impresa en 3D en el presente estudio obtuvo un valor de media de 46,11 µg/mm3, este resultado se asemeja al obtenido en el estudio de Berli et al, donde se menciona una sorción de 45,55 µg/mm3. Valor que no cumple con la norma mencionada como ideal, infiriendo que pueden presentarse problemas en el material provisional y por ende un fracaso clínico (14,15).

En la investigación se acepta la hipótesis de investigación, debido a que, si existió diferencia significativa en la capacidad de sorción acuosa entre las resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y las resinas PMMA de termocurado, donde las resinas PMMA de termocurado fue el que presentó una sorción baja con una media de 22.60 µg/mm3 considerada como sorción idónea para materiales dentales.

En base a la literatura citada en el presente estudio, se ha demostrado que existen diferencia significativa en base a la sorción entre la resina PMMA de termocurado y las resinas impresas en 3D, lo cual es importante para saber seleccionar de manera adecuada los diferentes materiales dentales. Aunque las resinas impresas 3D presentan ventajas importantes como la rapidez y una buena precisión, también presenta una desventaja importante que son los valores elevados de sorción mismos que podrían implicar complicaciones clínicas. Por otro lado, las resinas PMMA de termocurado presentaron un comporta-

miento mucho más favorable en cuanto a la sorción, siendo estas consideradas como adecuadas en cuanto a esta propiedad física. Estos resultados sugieren seguir investigando y optimizando las resinas impresas en 3D para disminuir los riesgos asociados a la alta sorción.

Conclusiones

- La sorción de la resina impresa en 3D presento un valor de 45,55 µg/mm3, mismo que es considerado estadísticamente alto en relación a la teoría expuesta.
- El valor de sorción de la resina PMMA fue de 22.60 µg/mm3 valor que se encuentra dentro del rango que es considerado como idóneo para materiales dentales.
- En el presente estudio, en base al método de experimentación expuesto, se ha demostrado que cuando se comparó entre grupos, la resina PMMA presentó una sorción estadísticamente menor en comparación con la resina impresa 3D.

Recomendaciones

- Se recomienda en futuras investigaciones realizar un proceso de termociclado, siendo este un procedimiento de envejecimiento artificial de los materiales dentales y que podría interferir en los resultados obtenidos en la presente investigación.
- Se recomienda realizar estudios in vitro que evalúen una de las propiedas físicas más importantes de los materiales dentales como es la sorción, pero en este caso se sugiere comparar entre si otro tipo de resinas dentales, y con ello obtener más investigaciones futuras que ayuden a una elección adecuada de materiales para aplicaciones odontológicas.
- Se recomienda en futuros estudios in vitro aumentar el tiempo de postpolimerización con el objetivo de evaluar si existe una diferencia significativa en los resultados obtenidos.

Contribución de los autores

Odalis Polett Paredes Silva: Concepción y diseño del trabajo; recolección deinformación, redacción del manuscrito, revisión crítica delmanuscrito, aprobación de su versión final.

Pablo Ruben Garrido Villavicencio: revisión crítica del manuscrito, aprobación de su versiónfinal.

Bibliografía

1. Jain S, Sayed ME, Shetty M, Alqahtani SM, Al Wadei MHD, Gupta SG, et al. Physical and Mechanical Properties of 3D-Printed Provisional Crowns and Fixed Dental Prosthesis Resins Compared to CAD/CAM Milled and Conventional Provisional Resins: A Systematic Review and Meta-Analysis. Polymers (Basel) [Internet]. 2022 Jun 30;14(13):2691. Available from: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/13/2691
2. Díez-Pascual AM. PMMA-Based Nanocomposites for Odontology Applications: A State-of-the-Art. Int J Mol Sci [Internet]. 2022 Sep 7;23(18):10288. Available from: https://www.mdpi.com/1422-0067/23/18/10288
3. Shen C, Ralph Rawls H, Esquivel-Upshaw JE. Phillips CIENCIA de los MATERIALES DENTALES. 13 Edición. Elsevier; 2022.
4. Alshaikh AA, Khattar A, Almindil IA, Alsaif MH, Akhtar S, Khan SQ, et al. 3D-Printed Nanocomposite Denture-Base Resins: Effect of ZrO2 Nanoparticles on the Mechanical and Surface Properties In Vitro. Nanomaterials [Internet]. 2022 Jul 18;12(14):2451. Available from: https://www.mdpi.com/2079-4991/12/14/2451
5. Orquín González E. Tecnología de las resinas compuestas en la Odontología Conservadora [Internet]. 2020. Available from: https://revistahigienistas.com/tecnologia-de-las-resinas-compuestas/
6. Pérez Pérez M, Pérez Ferrás ML, Pérez Rodríguez AT, Hechevarría Pérez ZM, Pérez Pérez A. Aplicaciones de biomateriales en la Estomatología. Correo Científico Médico [Internet]. 2018 [cited 2025 Apr 29];22(4):667-80. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812018000400012&lng=es&nrm=iso&tlng=es

7. Shillingburg HT, Sumiya H, Whitsett LD. Fundamentos Esenciales en Prótesis Fija. Tercera Ed. 2006.
8. Espinar C, Della Bona A, Tejada-Casado M, Pulgar R, Pérez MM. Optical behavior of 3D-printed dental restorative resins: Influence of thickness and printing angle. Dent Mater [Internet]. 2023 Oct;39(10):894–902. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564123001859
9. Namano S, Kanazawa M, Katheng A, Trang BNH, Hada T, Komagamine Y, et al. Effect of support structures on the trueness and precision of 3D printing dentures: An in vitro study. J Prosthodont Res [Internet]. 2024;68(1):JPR_D_22_00266. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/68/1/68_JPR_D_22_00266/_article
10. Barrios KDM. Composición de resina líquida curable por radiación, especialmente para estereolitografía de obtención de objetos tridimensionales. 2019;
11. ISO. Dentistry — Polymer-based restorative materials. 2019.
12. Perea-Lowery L, Gibreel M, Vallittu PK, Lassila L V. 3D-Printed vs. Heat-Polymerizing and Autopolymerizing Denture Base Acrylic Resins. Materials (Basel) [Internet]. 2021 Oct 3;14(19):5781. Available from: https://www.mdpi.com/1996-1944/14/19/5781
13. Tuna SH, Keyf F, Gumus HO, Uzun C. The Evaluation of Water Sorption/Solubility on Various Acrylic Resins. Eur J Dent [Internet]. 2008 Jul 27;02(03):191–7. Available from: http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0039-1697377
14. Gad MM, Alshehri SZ, Alhamid SA, Albarrak A, Khan SQ, Alshahrani FA, et al. Water Sorption, Solubility, and Translucency of 3D-Printed Denture Base Resins. Dent J [Internet]. 2022 Mar 9;10(3):42. Available from: https://www.mdpi.com/2304-6767/10/3/42
15. Berli C, Thieringer FM, Sharma N, Müller JA, Dedem P, Fischer J, et al. Comparing the mechanical properties of pressed, milled, and 3D-printed resins for occlusal devices. J Prosthet Dent [Internet]. 2020 Dec;124(6):780–6. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391319307048
16. Miettinen VM, Vallittu PK. Water sorption and solubility of glass fiber-reinforced denture polymethyl methacrylate resin. J Prosthet Dent [Internet]. 1997 May;77(5):531–4. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391397701471
17. Pronych GJ, Sutow EJ, Sykora O. Dimensional stability and dehydration of a thermoplastic polycarbonate-based and two PMMA-based denture resins. J Oral Rehabil [Internet]. 2003 Dec 26;30(12):1157–61. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2842.2003.01189.x
18. 1Vaca MJ, Ceballos L, Fuentes M V, Osorio R, Toledano M, García-Godoy F. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. Av Odontoestomatol. 2003;19(6):283–9.

Para referenciar aplique esta cita:
Paredes Silva OP, Garrido Villavicencio PR. Sorción de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas de PMMA de termocurado. Estudio In Vitro. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):19-30. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/322

Artículo Original

Revista Ecuatoriana de Pediatría

Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Artículo Original
Área de estudio: Pediatría
Páginas: 31-45
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e323
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/323

Resistencia flexural de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA. Estudio In vitro

Flexural Strength of Photopolymerizable Resins for 3D Printers and PMMA-Based Resins. An In Vitro Study

Alison Belén Mier Jiménez[1]; Pablo Ruben Garrido Villavicencio[2]

RESUMEN

La resistencia flexural es un factor clave en la selección de materiales dentales provisionales, ya que influye directamente en su desempeño clínico. El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia flexural de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA. **Metodología:** Se conformaron dos grupos experimentales de 10 muestras cada uno: Grupo A (resinas PMMA) y Grupo B (resinas para impresión 3D). Las muestras del Grupo A se elaboraron utilizando una matriz de silicona de condensación y una mufla, siguiendo las instrucciones del fabricante. Las muestras del Grupo B se diseñaron en el software Meshmixer y se organizaron en Photon Workshop 6.4 DLP 3D con una orientación de 0°. La impresión se realizó en una impresora DLP modelo Photon Ultra (Anycubic, Hong Kong-China). Posteriormente, las muestras se lavaron con alcohol isopropílico al 90% durante 5 minutos, según las indicaciones del fabricante. Para el post-polimerizado, se utilizó una cámara de curado diseñada en un proyecto de la facultad, aplicando una potencia de 45 vatios y una longitud de onda de 400 a 470 nm durante 16 minutos. Finalmente, se llevó a cabo la prueba de flexión en tres puntos, siguiendo la norma ISO 4049:2009. Los resultados fueron analizados con el software estadístico BioStat 5.3 (Brasil) mediante la prueba T de Student ($p < 0,05$). **Resultados:** Los valores promedio de resistencia flexural obtenidos fueron de 105,18 MPa para las resinas a base de PMMA y 103,02 MPa para las resinas de impresión 3D, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p > 0,05$). Ambos materiales cumplen con el valor mínimo de 50 MPa ADA-ANSI N°27, lo que indica que poseen una resistencia adecuada para su uso en restauraciones provisionales. **Conclusión:** Los hallazgos de este estudio resaltan la viabilidad clínica de ambos materiales en odontología. Se recomienda realizar investigaciones adicionales que evalúen la resistencia flexural considerando factores como la cementación sobre dientes, la geometría de las muestras, la orientación de impresión y los protocolos de post-polimerización, ya que estos aspectos pueden influir en los resultados obtenidos.

Palabras clave: Resistencia flexural, Resinas a base de PMMA, Resinas para impresión 3D, Restauraciones provisionales.

1. Facultad de Odontología; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador
2. Facultad de Odontología; Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador

Alison Belén Mier Jiménez https://orcid.org/0009-0004-3193-3652
Pablo Ruben Garrido Villavicencio https://orcid.org/0000-0002-5223-1017

Correspondencia: Alison Mier; Av. Universitaria, 170129 Quito, Ecuador; abmier@uce.edu.ec

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Flexural strength is a key factor in the selection of provisional dental materials, as it directly influences their clinical performance. The objective of this study was to evaluate the flexural strength of light- curable resins for 3D printers and PMMA-based resins. **Methodology:** Two experimental groups of 10 samples each were formed: Group A (PMMA resins) and Group B (3D printing resins). The samples in Group A were fabricated using a condensation silicone matrix and a flask, following the manufacturer's instructions. The samples in Group B were designed using Meshmixer software and arranged in Photon Workshop 6.4 DLP 3D with a 0° orientation. Printing was performed on a DLP printer, model Photon Ultra (Anycubic, Hong Kong- China). Subsequently, the samples were washed with 90% isopropyl alcohol for 5 minutes, as per the manufacturer's recommendations. For post-curing, a curing chamber designed in a faculty project was used, applying a power of 45 watts and a wavelength of 400 to 470 nm for 16 minutes. Finally, the three-point bending test was conducted following ISO 4049:2009 standards. The results were analyzed using the statistical software BioStat 5.3 (Brazil) with Student's t-test ($p < 0.05$). **Results:** The average flexural strength values obtained were 105.18 MPa for PMMA-based resins and 103.02 MPa for 3D printing resins, with no statistically significant differences between the two groups ($p > 0.05$). Both materials meet the minimum requirement of 50 MPa established by ADA-ANSI No. 27, indicating that they possess adequate strength for use in provisional restorations. **Conclusion:** The findings of this study highlight the clinical viability of both materials in dentistry. Further research is recommended to evaluate flexural strength considering factors such as cementation on teeth, sample geometry, printing orientation, and post-curing protocols, as these aspects may influence the results obtained.

Keywords: Flexural Strength, PMMA-Based Resins, 3D Printing Resins, Provisional Restorations.

Introducción

La comprensión de la capacidad de las resinas para resistir fuerzas de flexión es fundamental para evaluar tanto su integridad estructural como su adecuada aplicación en tratamientos odontológicos (1–3). Este factor es crucial en la selección de biomateriales, ya que las restauraciones dentales provisionales están expuestas de manera constante a las fuerzas masticatorias y a tensiones mecánicas, lo que puede generar fractura tanto en la restauración como en el diente natural (1,3,4).

Esto generará la necesidad de reemplazar dichas restauraciones, provocando incomodidad al paciente y comprometiendo su salud bucal a largo plazo (1). Por lo tanto, es fundamental que los materiales dentales utilizados en los distintos tratamientos odontológicos sean capaces de resistir estas fuerzas sin fracturarse, manteniendo así su integridad estructural y funcionalidad (3).

Un adecuado provisional es importante para el éxito de una prótesis definitiva (4,5). Además, estos cumplen con funciones como adaptación de los márgenes, la creación de contornos axiales adecuados junto a las encías, ajuste oclusal, establecimiento del contacto interproximal, la modificación de los contornos permitiendo así una evolución adecuada hasta la colocación de la prótesis definitiva (1,4,5).

Al ser estos materiales para realizar provisionales, suelen tener una duración limitada en la terapia protésica (1,4). Sin embargo, en algunos casos, pueden mantenerse por un periodo más largo (desde unas semanas hasta más de un año), especialmente en situaciones complejas de rehabilitación oral (1,4). Esto incluye tratamientos protésicos para niños, adolescentes o personas mayores, así como en pacientes con enfermedades sistémicas que pueden requerir la suspensión o retraso de los procedimientos dentales (4).

Este estudio, titulado "Resistencia flexural de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA. Estudio in vitro", tiene como objetivo evaluar la resistencia flexural de ambos materiales dentales mediante la elaboración de muestras que serán sometidas a pruebas de resistencia a la flexión de tres puntos. Estas pruebas se realizarán en una máquina de ensayo universal debidamente calibrada para determinar si existe una diferencia significativa entre ellas. Para la comparación de los grupos se utilizará la prueba t, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, considerando estadísti-

camente significativos los valores inferiores a p< 0.05, lo que permitirá rechazar la hipótesis nula. Los resultados de esta investigación nos proporcionarán una mejor orientación en la elección del material, basándonos en el tipo de tratamiento dental.

Desarrollo

Resinas a base de polimetilmetacrilato (PMMA)

Las resinas a base de PMMA son polímeros sintéticos derivados del polimetilmetacrilato (PMMA) (7). Se obtienen a través de la polimerización en cadena del metacrilato de metilo y un monómero líquido (7,8). Entre sus características principales destacan su baja densidad, lo que lo vuelve un material ligero, ideal para aplicaciones en las que el peso es un factor importante; poseen una buena estabilidad y durabilidad de tal forma que tienen una alta resistencia a la degradación química y mecánica, lo que les permite durar mucho tiempo en condiciones exigentes (7). Además, son biocompatibles lo que los hace seguros para su uso en aplicaciones biomédicas (7).

Por sus cualidades estéticas, económicas, facilidad de procesamiento, versatilidad en cuanto a forma, manejo sencillo, baja densidad y la capacidad de ajustar sus propiedades mecánicas lo convierten en una elección ideal en el ámbito odontológico (7). Y tiene diversas aplicaciones, como la fabricación de dientes artificiales, restauraciones provisionales, base de las prótesis dentales, coronas provisionales, así como férulas oclusales (7). Sin embargo, las resinas a base de PMMA no poseen propiedades antimicrobianas, presentan una alta capacidad de absorción de agua y exhiben una resistencia limitada a la flexión y al impacto, lo que limita su viabilidad en ciertas aplicaciones (7).

Estructura química del polimetilmetacrilato (PMMA)

Las resinas a base de polimetilmetacrilato (PMMA), se producen típicamente mediante un proceso de polimerización de metacrilato de metilo (C5OH2H8) utilizando radicales libres (7,8). Este proceso comienza con la formación de radicales libres, que puede ser iniciada químicamente o mediante energía como calor, luz o microondas.(7,8) Durante la etapa de propagación, los monómeros se unen entre sí, incrementando la cadena polimérica (7,8). Finalmente, la polimerización concluye cuando los electrones libres se transfieren al extremo de la cadena polimérica finalizando el proceso de polimerización (7,8).

Propiedades del polimetilmetacrilato (PMMA)

La comprensión de las propiedades físicas y mecánicas de estas resinas es fundamental para garantizar su adecuado desempeño clínico y su durabilidad en el tiempo (7).
Propiedades físicas:

- Densidad: Las resinas de PMMA tienen una baja densidad de alrededor de 1,18 g/cm3, lo que lo vuelve un material ligero e ideal para aplicaciones en las que el peso es un factor importante (7).
- Temperatura de Transición Vítrea (Tg): Estos materiales son amorfos y tienen una temperatura de transición vítrea (Tg) que generalmente oscila entre 95 y 125°C(7).
- Conductividad Térmica: A pesar de sus ventajas, la conductividad térmica del PMMA es relativamente baja, alrededor de 5,7×10-4°C·cm-1 (7). Esta baja conductividad puede ser un inconveniente en aplicaciones como las dentaduras postizas, ya que deben tener una conductividad térmica adecuada para disipar el calor de los alimentos a los tejidos bucales (7). La transmisión lenta del calor puede provocar grietas en la superficie del material y dificultar la detección de la temperatura de los alimentos por parte del paciente (7).
- Coeficiente de Expansión Térmica: El PMMA presenta un alto coeficiente de expansión térmica, alrededor de

81×10-6/°C. Este coeficiente indica que el material experimenta una expansión significativa con cambios de temperatura, lo que debe tenerse en cuenta en el diseño y la fabricación de dispositivos dentales (7).

- Estabilidad del color: Los materiales a base de PMMA suelen tener una estabilidad deficiente del color debido a la liberación de monómeros residuales, lo que promueve la absorción de agua y, como consecuencia, la decoloración (7).
- Contracción de la polimerización: Durante la polimerización, los monómeros se unen formando cadenas poliméricas, lo que puede resultar en una contracción del material. Esta contracción puede causar cambios dimensionales notables e imprecisiones durante la fabricación de dentaduras postizas y otros dispositivos dentales (7).
- Radiopacidad: Es una propiedad física deseada en los materiales dentales, ya que permite su detección en radiografías. Sin embargo, el PMMA es un material radiolúcido debido a su naturaleza polimérica, lo que dificulta su detección en radiografías dentales (7).
- En cuanto a su comportamiento mecánico, es fundamental entender que los materiales usados en odontología enfrentan fuerzas complejas durante la masticación en la boca. Por lo tanto, es necesario que estos materiales posean propiedades mecánicas sólidas para resistir estas tensiones de manera efectiva (7).

Propiedades mecánicas

- Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es crucial para soportar las fuerzas de masticación sin deformación o fractura permanente. La resistencia a la flexión del PMMA es de aproximadamente 90 MPa, aunque puede variar según diversos factores como el proceso de curado, el grado de polimerización y las condiciones de almacenamiento (7).

Factores que afectan la resistencia a la flexión:

Las propiedades mecánicas para evaluar la resistencia a la flexión son el módulo de elasticidad, tenacidad a la fractura, resistencia al impacto, dureza, fatiga y ductilidad especialmente (1).

El módulo de elasticidad de un material refleja su rigidez y cuánto se deforma bajo fuerzas externas (9). En odontología, los materiales utilizados para restauraciones dentales deben tener un módulo adecuado para resistir las fuerzas masticatorias. (9,10) Es importante que el módulo de estos materiales sea similar al del esmalte y la dentina, ya que un gran contraste en la rigidez puede causar fracturas o fallas en los bordes de la restauración (9,10).

La tenacidad a la fractura indica la capacidad para resistir la propagación de grietas. La tenacidad a la fractura del PMMA es de alrededor de 2 MN/m.3/2 (7).

La resistencia al impacto es importante para evitar fracturas cuando el material se somete a fuerzas de impacto elevadas, como una caída involuntaria. La resistencia al impacto del PMMA es relativamente baja, aproximadamente 1J (7).

La dureza es una propiedad clave al evaluar materiales de restauración, ya que indica cuánto resisten a la penetración o marcas en su superficie cuando se les aplica presión. En odontología, medir la dureza es crucial porque determina cuán abrasivo puede ser un material en contacto con los dientes naturales, ayudando a prevenir el desgaste prematuro o daño a las piezas dentales (11).

Relación entre resistencia a la flexión y aplicaciones clínicas:

Selección del material para restauraciones dentales

La selección del material para una restauración dental debe adaptarse a las necesidades específicas de cada caso clínico, teniendo en cuenta varios factores clave(1). Entre estos, destacan las fuerzas mastica-

torias, la fuerza de mordida, el patrón de masticación, la actividad de los músculos mandibulares, las parafunciones, la dieta, la edad, la longitud de los espacios edéntulos y el tipo de restauración protésica (1). Es esencial que los materiales utilizados sean biocompatibles y cuenten con propiedades mecánicas adecuadas (1,4).

Consideraciones sobre las fuerzas masticatorias y parafunciones

La masticación es un proceso biomecánico complejo que involucra los dientes, los músculos de la mandíbula y las estructuras circundantes como la lengua, los labios y las mejillas (1,5). Esta acción tiene como objetivo triturar los alimentos (5). Tras la pérdida dental, las restauraciones protésicas asumen en gran medida esta función (4,5). Sin embargo, también deben tener en cuenta otras fuerzas que afectan tanto a los dientes como a las restauraciones, como las parafunciones, tales como el bruxismo, que implica el apretamiento o el rechinido de los dientes (5). Estas fuerzas adicionales pueden generar tensiones significativas en las restauraciones dentales (1,4,5).

Fuerza de mordida y resistencia a las fuerzas

La fuerza máxima de mordida voluntaria (FMV) varía según el sexo y la edad. El promedio para las mujeres es de 33 a 51 kgf, mientras que para los hombres es de 42 a 63 kgf, siendo generalmente mayor en individuos más jóvenes(1). Esto resalta la importancia de conocer las propiedades mecánicas de los biomateriales para lograr un rendimiento adecuado en cada caso clínico(1). La resistencia a la flexión es especialmente relevante, ya que se considera uno de los principales indicadores de la respuesta mecánica de un material restaurador. Esta propiedad refleja la capacidad del material para soportar las fuerzas a las que estará expuesto en la cavidad bucal (1,10,12).

Importancia de la biocompatibilidad y la durabilidad

El conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales restauradores permite elegir aquellos que no solo resistan las fuerzas masticatorias, sino que también puedan enfrentar las tensiones adicionales generadas por parafunciones como el bruxismo (1,5). De esta forma, se asegura una restauración dental que sea duradera, funcional y capaz de proteger al diente preparado de los factores físicos que podrían dañarlo (5).

Aplicaciones en odontología de las resinas a base de polimetilmetacrilato (PMMA)

Las resinas a base de PMMA son ampliamente utilizadas en odontología protésica debido a su versatilidad y aplicaciones diversas. Estos materiales se usan para fabricar dispositivos y prótesis dentales, como dientes artificiales, bases para prótesis dentales, dentaduras postizas completas, obturadores, retenedores de ortodoncia y coronas temporales o provisionales. Además, el PMMA se utiliza para la reparación de prótesis dentales y en la elaboración de férulas oclusales, modelos impresos o fresados, matrices para la planificación del tratamiento y la inclusión de muestras de dientes con fines de investigación (8).

Resinas fotopolimerizables para impresoras 3D

La fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, representa un método moderno indirecto para la obtención de prótesis dentales provisionales. En el ámbito de la odontología, la impresión 3D emplea típicamente cinco tecnologías distintas: estereolitografía (SLA), procesamiento de luz digital (DLP), fusión selectiva por láser (SLM), sinterización selectiva por láser (SLS) y modelado por deposición fundida (FDM). Aunque cada tecnología presenta sus ventajas y desventajas, los profesionales dentales muestran interés en la fabricación

aditiva por sus múltiples beneficios comparados con los métodos tradicionales. Estos beneficios incluyen tiempos de producción más cortos, menos desperdicio de material, costos reducidos y la capacidad de personalización en masa de manera sencilla (1).

Estructura química de las resinas fotopolimerizables para impresoras 3D

La resina fotopolimerizable para impresoras 3D, fortalecida con nanopartículas se compone de varios elementos. En primer lugar, incluye entre un 40% y un 60% en peso de al menos una resina epoxi líquida, así como un porcentaje variable (entre 0% y 40% en peso) de al menos un poli(met) acrilato líquido con funcionalidad (met)acrilato. Además, se incorporan fotoiniciadores catiónicos y radicales en proporciones entre un 0,1% y un 10% en peso para cada componente, respectivamente. La fórmula también incluye entre un 5% y un 15% en peso de polímeros con grupos OH terminales, y entre un 2% y un 30% en peso de compuestos con grupos insaturados e hidroxilos. Complementariamente, se añade un porcentaje variable de un compuesto hidroxilado sin grupos insaturados, así como entre un 0,1% y un 5% de óxido de grafeno o grafeno funcional con un componente adhesivo. Finalmente, se pueden incluir otros materiales de refuerzo, como nanotubos de halloysita, en una cantidad entre un 0,1% y un 20% en peso. La suma de estos componentes equivale al 100% en peso (13).

Propiedades de las resinas para impresoras 3D

- Resistencia a la flexión: La resistencia a la flexión es la capacidad del material para doblarse sin fracturarse, lo cual es fundamental en las restauraciones dentales, garantizando su resistencia ante las fuerzas durante la masticación(1).
- Varios estudios reportaron una resistencia flexural superior a 50 MPa, que es la mínima recomendada para prótesis provisionales fijas según las especificaciones del Instituto Nacional Americano de Estandarización (ANSI) y de la Asociación Dental Americana (ADA) (2).

Influencia de la tecnología de impresión 3D

La tecnología de impresión 3D tiene un impacto significativo en la resistencia a la flexión de los materiales dentales, influenciada por múltiples factores relacionados con el proceso de fabricación y el postprocesamiento. Entre estos factores destacan el espesor de las capas impresas, las técnicas de postcurado, la contracción entre las capas y los parámetros específicos de polimerización, como la velocidad, intensidad, ángulo, tiempo y temperatura de curado(2,5).

Se ha observado que la orientación de las capas durante la impresión desempeña un papel clave en las propiedades mecánicas. Por ejemplo, estudios han demostrado que imprimir las capas perpendiculares a la dirección de la carga mejora la resistencia a la compresión. Además, investigaciones como las realizadas por Derban et al. evaluaron dos materiales provisionales impresos en 3D con orientaciones de 0°, 45° y 90°, determinando que la dirección de impresión tiene un efecto significativo en la resistencia a la flexión (5). En este sentido, una orientación de impresión de 0° y 30° ha demostrado mejorar considerablemente la resistencia a la flexión de prótesis fijas provisionales, resaltando la necesidad de optimizar estos parámetros para obtener mejores resultados en aplicaciones clínicas (2,5).

- Resistencia a la tracción: La resistencia a la tracción es una propiedad mecánica que mide la capacidad de un material para soportar fuerzas que intentan estirarlo o alargarlo. En el contexto de las resinas 3D utilizadas en odontología, esta propiedad se refiere a la capacidad de las resinas para soportar fuerzas opuestas sin romperse. Sus valores van entre los 38 y 53 MPa dependiendo de la marca (14).

- Estabilidad del color: Las resinas provisionales impresas en 3D suelen tener una estabilidad inferior que las convencionales. La tasa de polimerización más baja y la integridad superficial deficiente de las resinas impresas en 3D pueden contribuir a su menor estabilidad de color (2).

Aplicaciones odontológicas

- Cirugía oral y maxilofacial: Estos materiales ofrecen una serie de aplicaciones valiosas en este campo médico odontológico, abarcando desde la creación de modelos anatómicos precisos hasta la elaboración de guías quirúrgicas personalizadas. La versatilidad y precisión de las resinas 3D han revolucionado la planificación quirúrgica, permitiendo a los cirujanos visualizar con mayor claridad las estructuras anatómicas y realizar intervenciones más precisas y menos invasivas (6).
- Prostodoncia: En el ámbito de la prostodoncia, las resinas a base de polimetilmetacrilato (PMMA) se usan para crear restauraciones indirectas, provisionales y definitivas. Además, con el advenimiento de los escáneres intraorales, el método convencional de tomar impresiones con alginato y yeso está quedando obsoleto (6,15).
- Existen estudios que indican que las tecnologías de impresión 3D disponibles actualmente posibilitan producir restauraciones sólidas con un ajuste y sellado marginal apropiados, usando polímeros para restauraciones temporales y metales. Esto se compara con los métodos tradicionales de fabricación por sustracción o fresado (6).
- Ortodoncia: Actualmente, el diseño asistido por computadora permite la recreación precisa de los cambios que se producirán durante y al finalizar el tratamiento. Esto, mediante la recreación de modelos de la boca del paciente en su situación inicial y la construcción de un modelo con la situación final esperada, así los pacientes pueden visualizar claramente los resultados potenciales del tratamiento ortodóntico. Además, también se pueden fabricar retenedores ortodónticos. Estudios comparativos han demostrado que los alineadores fabricados por impresión 3D presentan una adaptación superior y una mayor resistencia a las cargas oclusales en comparación con los termoplásticos convencionales (6).
- Endodoncia: En el ámbito de la endodoncia, la tecnología 3D ha generado un impacto significativo, ya que se utiliza para la práctica de la endodoncia guiada, una técnica que implica la creación y uso de una guía diseñada específicamente para facilitar el acceso directo al conducto radicular. Este enfoque es especialmente beneficioso en casos con una anatomía interna complicada o con conductos calcificados. Como resultado, los accesos a los conductos son menos invasivos y se conserva más tejido dental sano, lo que favorece un enfoque conservador en la restauración del diente(6).

Metodología

El presente estudio adopta un diseño experimental in vitro, analítico y transversal para comparar la resistencia a la flexión de dos tipos de resinas: resina a base de PMMA (Grupo A, n=10) y resina fotopolimerizable para impresión 3D (Grupo B, n=10). Se fabricarán muestras en forma de barra de 25 mm de largo, 2 mm de ancho y 2 mm de espesor, siguiendo la norma ISO 4049, las cuales serán sometidas a pruebas de flexión de tres puntos. La naturaleza analítica del estudio radica en el uso de análisis estadísticos para evaluar la relación entre el tipo de resina y su resistencia, mientras que su carácter transversal se debe a la medición única de la resistencia flexural para una comparación directa entre las muestras. La preparación de las muestras se estandarizará rigurosamente, incluyendo el diseño en Meshmixer e impresión con parámetros específicos para la resina 3D,

lavado y post-curado, y la fabricación de las muestras de PMMA utilizando moldes de silicona y un proceso de enmuflado controlado. Se realizará una inspección visual y una verificación dimensional de todas las muestras antes de su almacenamiento. La prueba de resistencia a la flexión se llevará a cabo con una máquina universal calibrada, y los resultados se analizarán mediante el software BioStat5.3, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad y la prueba t para la comparación de grupos, con un nivel de significancia de $p<0.05$. La recolección de datos incluyó la revisión de trabajos previos y la obtención de permisos para el uso del equipo necesario.

Prueba Piloto

En la prueba piloto de la investigación, se buscó verificar la viabilidad de los procedimientos y condiciones experimentales para la elaboración de las muestras. Inicialmente, se intentó utilizar una matriz de acero inoxidable para las barras de resina a base de PMMA, siguiendo la norma ISO 4049:2009. Sin embargo, se observó que la extracción de las muestras de esta matriz podría comprometer su integridad estructural. Por esta razón, se optó por reemplazar la matriz de acero inoxidable por una de acrílico, la cual podía romperse sin dañar las muestras. Para las muestras de resina obtenidas mediante impresión 3D, se imprimieron cinco unidades de prueba para verificar la calibración de la máquina. Al no presentarse problemas en la impresión ni en la calidad de las muestras, se determinó que no eran necesarios ajustes en la impresora. Este proceso de prueba piloto permitió asegurar un método fiable para la fabricación de las muestras definitivas.

Procedimiento

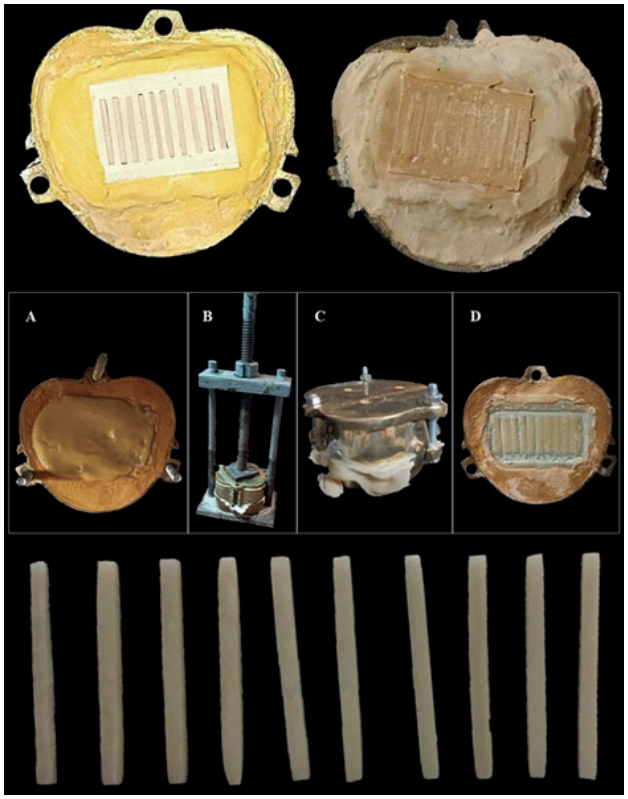


Figura 1. Matriz colocada en mufla con contra mufla preparada (arriba). A: Empaquetado del acrílico en la mufla. B: Colocación de la mufla en una prensa hidráulica. C: Exceso de acrílico. D: recorte del exceso de acrílico para ajustar las dimensiones(-medio). Muestras resina a base de PMMA (abajo)..

La fabricación de las barras de PMMA (25x2x2 mm) comenzó con la creación de una matriz a partir de impresiones 3D previas, utilizando silicona pesada de condensación y verificando las dimensiones con un calibrador digital. Se aplicó desmoldante a las muflas, se colocó una capa de yeso, la matriz y luego más yeso para crear soporte. La resina PMMA se mezcló (2 partes de polímero por 1 de monómero) durante 30 segundos, evitando burbujas, y se esperó la etapa plástica. La mezcla se empacó en la mufla con una lámina de polietileno, se prensó inicialmente, se retiró el exceso de acrílico, y se prensó definitivamente. El tiempo de manipulación fue de unos 10 minutos. La resina se curó en agua caliente según las recomendaciones del fabricante y finalmente se pulió y calibró.

Para las muestras de resina fotopolimerizable 3D (25x2x2 mm, ISO 4049), se diseñaron en Meshmixer, se exportaron como STL, se organizaron a 0° en Photon Workshop, y se imprimieron en una Photon Ultra con resina AnycubicDLP Craftsman Beige,

colocando 4 pines por muestra. Las muestras se lavaron con alcohol isopropílico al 90% durante 5 minutos y se post-curaron durante 16 minutos (45 vatios, 400-470 nm).

Una vez fabricadas las 20 muestras, se sometieron a pruebas de resistencia a la flexión de tres puntos en una máquina universal calibrada en la Universidad Politécnica Nacional.

Aspectos bioéticos

El presente estudio in vitro, titulado "Resistencia flexural de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA. Estudio in vitro", fue llevado a cabo por la investigadora Mier Jimenez Alison Belen que la investigación se realizó bajo un diseño experimental in vitro sin la intervención directa ni la toma de muestras en seres humanos vivos, no requirió de la firma de un consentimiento informado tradicional; sin embargo, el protocolo metodológico y los lineamientos de bioseguridad y manejo de materiales fueron evaluados y aprobados formalmente por el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad Central del Ecuador (CEISH-UCE) —avalado por el Ministerio de Salud Pública mediante el Oficio N° MSP-VGVS-2021-0076-O de fecha 22 de febrero de 2021—, obteniendo su aprobación oficial el 06 de agosto de 2024.

Resultados

Tabla 1. Datos de Grupo A, resinas a base de PMMA en Newtons (N) y Megapascales (Mpa).

Nº	Carga máxima registrada		
	N	lbf	Mpa
1	30,92	6,95	115,95
2	19,97	4,49	74,88
3	31,14	7	116,77
4	20,91	4,7	78,41
5	20,42	4,59	76,57
6	38,92	8,75	145,95
7	29,31	6,59	109,91
8	23,13	5,2	86,73
9	31,09	6,99	116,58
10	34,7	7,8	130,12

Tabla 2. Datos de Grupo B, resinas fotopolimerizables para impresoras 3D en Newtons (N) y Megapascales

Nº	Carga máxima registrada		
	N	lbf	Mpa
1	24,78	5,57	92,92
2	33,41	7,51	125,28
3	34,87	7,84	130,76
4	16,99	3,82	63,71
5	30,83	6,93	115,61
6	26,87	6,04	100,76
7	30,87	6,94	115,76
8	28,11	6,32	105,41
9	22,82	5,13	85,57
10	25,18	5,66	94,42

En las tablas números 1 y 2 se puede apreciar los resultados en MPa del ensayo de flexión en 3 puntos realizados en los grupos correspondientes a: grupo A, correspondiente a las muestras de resina a base de PMMA, y el grupo B de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D.

Tabla 3. Estadística descriptiva grupo A.

GRUPO A					
N	10				
Media	105,18	Error Estándar de la Media	7,80		
Media LCL 95%	87,53	Media UCk 95%	122,83		
Media recortada (5%)	104,60	Media Geométrica	102,53	Media Armónica	99,90
Mediana	112,93	Error de la Mediana	3,09	Moda	#N/A
Desviación Estándar	24,67	Varianza	608,94	Coeficiente de Variación	0,23
Rango	71,07	Mínimo	74,88	Máximo	145,95
IQR	36,23	Percentil 25% (Q1)	80,49	Percentil 75% (Q3)	116,72
Desviación Media	20,83	Mad (Mediana de la desviación absoluta)	34,69	Coeficiente de dispersión (COD)	0,17

Tabla 4. Estadística descriptiva grupo B.

GRUPO A					
N	10				
Media	103,02	Error Estándar de la Media	6,34		
Media LCL 95%	88,66	Media UCk 95%	117,37		
Media recortada (5%)	103,66	Media Geométrica	101,08	Media Armónica	98,94
Mediana	103,08	Error de la Mediana	2,51	Moda	#N/A
Desviación Estándar	20,06	Varianza	402,48	Coeficiente de Variación	90,19
Rango	67,05	Mínimo	63,71	Máximo	130,76
IQR	22,42	Percentil 25% (Q1)	93,29	Percentil 75% (Q3)	115,72
Desviación Media	15,54	Mad (Mediana de la desviación absoluta)	7,42	Coeficiente de dispersión (COD)	0,15

En la tabla número 3 y 4 se observan los valores de las medias del ensayo de flexión en 3 puntos de los dos grupos analizados, el Grupo A es de 105,18 MPa y el Grupo B 103,02 MPa, además están presentes valores importantes como la varianza y la desviación estándar.

Tabla 5. Prueba de Normalidad (W de Shapiro-Wilk).

W de Shapiro-Wilk	stadístico de la prue	Valor p	H0 (5%)
GRUPO A	0,90	0,26	No se puede rechazar
GRUPO B	0,96	0,87	No se puede rechazar

En la tabla número 5 se puede apreciar que los valores del nivel de significación son superiores a 0,05; por tanto, se acepta que las muestras provienen de poblaciones con distribución Normal, entonces para la comparación de grupos se utiliza un t de Student.

Análisis inferencial

Tabla 6. T de Student.

T de Student					
Diferencia de Medias Hipotetizada	0,00				
Diferencia de medias	2,16				
Varianza Combinada	505,71				
Estadístico de la prueba	0,21				
Grados de Libertad	18				
t Valor Crítico (5%)	2,10	Valor p	0,83	H1(5%)	rechazado

Se aplicó el test de Student para determinar si existe diferencia en los grupos estudiados, se obtuvo un valor de p> 0,05 indicando que no existe diferencia entre los grupos (tabla 9).

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la resistencia flexural de las resi-

nas fotopolimerizables para impresoras 3D y las resinas a base de PMMA, materiales ampliamente utilizados en el ámbito odontológico. A través de pruebas específicas, se buscó determinar si existían diferencias significativas entre ambos tipos de resinas en relación con esta propiedad mecánica fundamental, la cual influye directamente en la durabilidad y desempeño de restauraciones dentales (1,2).

Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico revelaron que no existió una diferencia significativa en la resistencia flexural entre los dos materiales evaluados, apoyando así la hipótesis nula (H0) planteada en el estudio. En la presente discusión, se analizarán estos hallazgos en función de la literatura disponible, se explorarán posibles razones detrás de los resultados observados y se examinarán las implicaciones clínicas de los mismos, así como las limitaciones del estudio.

Este enfoque permitirá contextualizar los resultados dentro del marco científico actual y reflexionar sobre el impacto de las resinas fotopolimerizables 3D y las de base PMMA en la práctica odontológica moderna.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que las resinas a base de PMMA y las resinas fotopolimerizables para impresión 3D presentan valores de resistencia a la flexión de 105,18 MPa y 103,02 MPa, respectivamente, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos materiales ($p > 0,05$). Estos valores superan ampliamente el umbral mínimo de 50 MPa establecido por la ADA-ANSI n°27 lo que confirma su idoneidad para su uso en restauraciones provisionales.

Comparando estos resultados con estudios previos, se observa una variabilidad significativa en la resistencia a la flexión de los materiales evaluados. Pantea et al. (1) reportaron valores considerablemente más altos para las resinas impresas en 3D (143 ± 15 MPa) en comparación con las resinas a base de PMMA (76 ± 7 MPa), lo que difiere de los hallazgos del presente estudio. Una posible explicación para esta discrepancia radica en las diferencias de las dimensiones de las muestras y en los parámetros de post-polimerización empleados.

En este estudio, las muestras fueron de 25 x 2 x 2 mm, mientras que en el trabajo de Pantea et al (1) se utilizaron dimensiones mayores (80 x 20 x 5 mm), lo que afecta la distribución de tensiones durante la prueba de flexión.

Según el laboratorio de ensayos mecánicos Mexpolímeros (16), factores como el grosor de las muestras, la orientación de impresión y la distancia entre soportes influyen significativamente en los resultados. La resistencia a la flexión aumenta de manera proporcional al grosor de la muestra. Además, estudios como el de Soto et al (17) enfatizan que propiedades como la composición química, el tipo de relleno, los fotoiniciadores y los protocolos de poscurado también desempeñan un papel importante.

En el estudio de Pantea et al (1), la longitud de onda utilizada para la polimerización final fue de 315-400 nm con un tiempo de exposición de 30 minutos, mientras que en el presente estudio se utilizó una longitud de onda de 400-470 nm con un tiempo de 16 minutos. Soto et al (17) y Kim et al (18) destacan que una post-polimerización adecuada garantiza propiedades óptimas en las resinas 3D, ya que una polimerización incompleta puede debilitar las cadenas poliméricas y afectar la resistencia mecánica, por lo que diferencias en estos parámetros pueden influir significativamente en los valores de resistencia obtenidos (19,20).

La longitud de onda utilizada en el proceso de postpolimerización también es un factor determinante en las propiedades mecánicas de las resinas impresas en 3D. Según el estudio de Li et al (21), la resistencia a la flexión de estos materiales se vio significativamente afectada por los métodos de postcurado empleados, lo que podría atribuirse a las diferentes longitudes de onda de los dispositivos utilizados. Esto sugiere que una elección inadecuada de la fuente de luz podría comprometer la polimerización completa del material, reduciendo su resistencia mecánica y, por ende, su desempeño clínico. En este sentido, la

variabilidad en la longitud de onda entre los estudios podría ser una de las razones por las cuales se observan diferencias en los valores de resistencia a la flexión reportados en la literatura.

Adicionalmente, el tiempo de post-curado puede influir en los resultados. Soto et al.[17] encontraron que con solo 5 minutos de post-polimerización se mejora notablemente la resistencia a la flexión, aunque algunos materiales no presentan cambios significativos después de 10 minutos. Este hallazgo resalta la necesidad de evaluar cada resina según sus características específicas. De igual forma, Kim et al[18] evaluaron la resistencia a la flexión de discos impresos en 3D sometidos a diferentes tiempos de pospolimerización y concluyeron que esta propiedad mecánica aumenta conforme se prolonga el tiempo de exposición a la luz UV.

Por otro lado, Casucci et al (19) obtuvieron valores más similares a los de este estudio, reportando 98,86 MPa para resinas PMMA y 102,96 MPa para resinas de impresión 3D, sin diferencias significativas entre ambos materiales. Estos resultados refuerzan la idea de que ambos materiales presentan comportamientos mecánicos comparables cuando se utilizan protocolos de fabricación similares.

Los resultados de este estudio también son confrontables con los reportados por Al-Qarni et al[22], quienes evaluaron la resistencia a la flexión de especímenes fabricados con acrílico termopolimerizable y resinas impresas en 3D. En su investigación, las resinas curadas por calor presentaron una resistencia media de 93,4 ± 10,8 MPa, mientras que las resinas impresas en 3D alcanzaron 56,4 ± 4,7 MPa. Sin embargo, debemos tener en cuenta que las muestras 3D realizadas por Al-Qarni et al. fueron impresas con una orientación de 90°, lo que podría explicar los valores de resistencia significativamente menores (56,4 ± 4,7 MPa). Esto concuerda con la investigación de Derban et al[5], quienes señalaron que las muestras impresas a 0° presentan una mayor resistencia flexural en comparación con aquellas impresas en ángulos de 45° o 90°.

Finalmente, los resultados reportados por Digholkar et al[23] mostraron valores de resistencia a la flexión de 95,58 MPa para las resinas de PMMA y 79,54 MPa para las resinas de impresión 3D. A pesar de la diferencia entre ambos materiales, superan el umbral mínimo de 50 MPa establecido por la ADA-ANSI n°27, lo que confirma su idoneidad para la fabricación de restauraciones provisionales. Estos hallazgos coinciden con los obtenidos en el presente estudio, donde también se observó que tanto las resinas PMMA como las impresas en 3D ofrecen una resistencia adecuada para su aplicación clínica. Esto refuerza la idea de que, si bien pueden existir variaciones en la resistencia mecánica dependiendo de los parámetros de impresión, post-polimerización y composición del material, ambos tipos de resina cumplen con los requisitos necesarios para su uso en la práctica odontológica.

Los resultados de este estudio sugieren que, bajo las condiciones experimentales aplicadas, la resistencia a la flexión de ambos materiales es comparable, lo que podría deberse a la selección de marcas específicas de resinas y las técnicas empleadas durante su procesamiento. Sin embargo, las diferencias observadas en la literatura destacan la necesidad de estandarizar los métodos de fabricación, impresión y pruebas mecánicas para obtener datos más consistentes y comparables.

En términos clínicos, estos resultados tienen implicaciones importantes, ya que tanto las resinas de impresión 3D como las resinas a base de PMMA muestran una resistencia suficiente para aplicaciones dentales, como prótesis provisionales. No obstante, la elección del material debería considerar no solo sus propiedades mecánicas, sino también factores como el costo, el tiempo de fabricación y la facilidad de manipulación. Futuros estudios podrían explorar cómo parámetros adicionales como la orientación de impresión y el espesor de las capas, impactan directamente en las propiedades mecánicas de estos materiales.

Por último, cabe recalcar que ambos materiales cumplen con el estándar establecido por la ADA-ANSI n°27, que exige una resistencia a la flexión mínima de 50 MPa para su uso clínico, lo que confirma su aptitud para aplicaciones dentales como prótesis provisionales. Sin embargo, como recomendación, futuros estudios podrían incluir la resistencia a la flexión del material después de su cementación en un diente, ya que esta condición clínica podría influir significativamente en los resultados y la interpretación de las propiedades mecánicas.

La escasa cantidad de artículos disponibles relacionados específicamente con el tema investigado, dificultó la contextualización de los resultados. Asimismo, los estudios encontrados no coincidían completamente con los parámetros experimentales utilizados en este trabajo, lo que restringió la posibilidad de realizar comparaciones directas y precisas entre los datos obtenidos.

Conclusiones

- La comparación estadística de los valores obtenidos no mostró diferencias significativas entre los dos grupos, ya que los resultados para los ensayos de resistencia a la flexión en tres puntos fueron para el Grupo A (resinas a base de PMMA) 105,18 MPa y el Grupo B (resinas para impresoras 3D) 103,02 MPa.
- Ambos materiales superaron ampliamente el valor mínimo de resistencia a la flexión de 50 MPa requerido por la ADA-ANSI n°27 lo que confirma su idoneidad para el uso clínico en restauraciones dentales y aplicaciones provisionales.
- Los resultados obtenidos en este estudio colocan a las resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y las resinas a base de PMMA dentro de una escala de resistencia a la flexión alta, conforme a los estándares establecidos en la norma ISO 4049:2009. Esto resalta la calidad mecánica de ambos materiales para aplicaciones odontológicas.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones futuras que evalúen la resistencia a la flexión de estos materiales considerando diferentes condiciones experimentales, como la aplicación de cementación en dientes, para obtener datos más representativos del entorno clínico.
- Es fundamental utilizar matrices y métodos de fabricación más precisos que sigan estrictamente las normas ISO, garantizando una mayor uniformidad en las dimensiones y forma de las muestras.
- Evaluar el impacto de parámetros como la velocidad de carga, el ángulo de impresión y los métodos de postcurado sobre la resistencia a la flexión, para entender mejor cómo estos factores pueden influir en los resultados.
- Realizar estudios con una variedad más amplia de marcas y modelos de resinas fotopolimerizables y de PMMA, permitiendo comparaciones más específicas y robustas entre los diferentes materiales disponibles en el mercado.
- Dado el número limitado de artículos relacionados con este tema, se recomienda generar más investigaciones que amplíen el conocimiento sobre la resistencia a la flexión de resinas fotopolimerizables y a base de PMMA, fomentando el desarrollo de estudios de referencia en este campo.
- Considerar el análisis del comportamiento mecánico de estos materiales bajo fuerzas reales durante la masticación, simulando condiciones intraorales para validar su desempeño en contextos clínicos reales.

Contribución de los autores

Alison Belén Mier Jiménez: Concepción y diseño del trabajo; recolección deinformación, redacción del manuscrito, revisión crítica delmanuscrito, aprobación de su versión final.

Pablo Ruben Garrido Villavicencio: revisión crítica del manuscrito, aprobación de su versión-final.

Bibliografía

1. Pantea M, Ciocoiu RC, Greabu M, Ripszky Totan A, Imre M, âncu AMC, et al. Compressive and Flexural Strength of 3D-Printed and Conventional Resins Designated for Interim Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Comparison. Materials. 2022 Apr 23;15(9):3075.
2. Alzahrani SJ, Hajjaj MS, Azhari AA, Ahmed WM, Yeslam HE, Carvalho RM. Mechanical Properties of Three-Dimensional Printed Provisional Resin Materials for Crown and Fixed Dental Prosthesis: A Systematic Review. Bioengineering. 2023 May 31;10(6):663.
3. Acurio-Benavente P, Falcón-Cabrera G, Casas-Apayco L, Montoya Caferatta P, Acurio-Benavente P, Falcón-Cabrera G, et al. Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. Odontología Vital [Internet]. 2017;(27):69–77. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659- 07752017000200069&lng=en&nrm=iso&tlng=es
4. Miura S, Fujisawa M, Komine F, Maseki T, Ogawa T, Takebe J, et al. Importance of interim restorations in the molar region. J Oral Sci. 2019;61(2):195–9.
5. Derban P, Negrea R, Rominu M, Marsavina L. Influence of the Printing Angle and Load Direction on Flexure Strength in 3D Printed Materials for Provisional Dental Restorations. Materials. 2021 Jun 18;14(12):3376.
6. Hernández Edith, Flores Julio César, Saavedra Claudia, Pérez José, García Mara. Aplicaciones de la impresión 3d en odontología. Revista Electrónica de PortalesMedicos.com. 2022 Jul 22;XVII:14- 582.
7. Díez-Pascual AM. PMMA-Based Nanocomposites for Odontology Applications: A State-of-the- Art. Int J Mol Sci. 2022 Sep 7;23(18):10288.
8. Zafar MS. Prosthodontic Applications of Polymethyl Methacrylate (PMMA): An Update. Polymers (Basel). 2020 Oct 8;12(10):2299.
9. Chung SM, Yap AUJ, Tsai KT, Yap FL. Elastic modulus of resin-based dental restorative materials: A microindentation approach. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2005 Feb 15;72B(2):246–53.
10. Rodrigues Junior SA, Zanchi CH, Carvalho RV de, Demarco FF. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. Braz Oral Res. 2007 Mar;21(1):16–21.
11. Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Fracture toughness and hardness evaluation of three pressable all-ceramic dental materials. J Dent. 2003 Mar;31(3):181–8.
12. Khosravani MR, Reinicke T. Fracture and mechanical behavior of 3D-printed dental resin. Procedia Structural Integrity [Internet]. 2023;51:81–7. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321623006650
13. Moderno DMD. DM Dentista Moderno - Revista de Actualidad del Sector Dental. Composición de resina líquida curable por radiación, especialmente para estereolitografía de obtención de objetos tridimensionales. Available from: http://www.eldentistamoderno.com/file/view/31637
14. Norambuena N. Estudio comparativo de resistencia a la tracción de resinas imprimibles a través del método de impresión tridimensional "Liquid Crystal Display" (LCD), siguiendo especificaciones de la norma ISO 527-1. [Rehabilitación Oral]. [Chile]: Universidad de Chile; 2022.
15. Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. Br Dent J. 2015;219(11):521–9.
16. Laboratorio Mexpolimeros. Ensayo de flexion - Polimeros termoplasticos, elastomeros y aditivos. In Mexico;
17. Soto-Montero J, de Castro EF, Romano B de C, Nima G, Shimokawa CAK, Giannini M. Color alterations, flexural strength, and microhardness of 3D printed resins for fixed provisional restoration using different post-curing times. Dental Materials. 2022 Aug;38(8):1271–82.
18. Kim RJY, Kim DH, Seo DG. Post-polymerization of three-dimensional printing resin using a dental light

curing unit. J Dent Sci. 2024 Apr;19(2):945-51.

19. Casucci A, Verniani G, Barbieri AL, Ricci NM, Ferrari Cagidiaco E, Ferrari M. Flexural Strength Analysis of Different Complete Denture Resin-Based Materials Obtained by Conventional and Digital Manufacturing. Materials (Basel). 2023 Oct 5;16(19).
20. Saini RS, Gurumurthy V, Quadri SA, Bavabeedu SS, Abdelaziz KM, Okshah A, et al. The flexural strength of 3D-printed provisional restorations fabricated with different resins: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2024 Jan 10;24(1):66.
21. Li P, Lambart AL, Stawarczyk B, Reymus M, Spintzyk S. Postpolymerization of a 3D-printed denture base polymer: Impact of post-curing methods on surface characteristics, flexural strength, and cytotoxicity. J Dent. 2021 Dec;115:103856.
22. al-Qarni FD, Gad MM. Printing Accuracy and Flexural Properties of Different 3D-Printed Denture Base Resins. Materials. 2022 Mar 24;15(7):2410.
23. Digholkar S, Madhav VN V., Palaskar J. Evaluation of the flexural strength and microhardness of provisional crown and bridge materials fabricated by different methods. The Journal of Indian Prosthodontic Society. 2016;16(4):328.

Para referenciar aplique esta cita:
Mier Jiménez AB, Garrido Villavicencio PR. Resistencia flexural de resinas fotopolimerizables para impresoras 3D y resinas a base de PMMA. Estudio In vitro. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):31-45. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/323

Revista Ecuatoriana de Pediatría
Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Revisión Sistemática
Área de estudio: Pediatría
Páginas: 46-57
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e324
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/324

Revisión Sistemática

Caries temprana y manchas blancas en niños menores de 10 años: Revisión Sistemática

Early caries and white spots in children under 10 years of age: A systematic review

Carla Belén Diguay Torres[1]; Delanny Páez Andrade[1]; Jenny Edith Collantes Acuña[1]

RESUMEN

Introducción: La caries dental es una enfermedad crónica, progresiva y multifactorial que afecta principalmente a los niños menores de 10 años, comprometiendo los dientes temporales. Es causada por ácidos producidos por bacterias que metabolizan carbohidratos fermentables. La caries puede iniciar con manchas blancas en el esmalte, etapa reversible con intervención temprana. **Objetivo:** El propósito de este estudio es destacar la relevancia de la prevención de caries en dentición primaria, identificando manchas blancas como signo temprano, a través de una revisión bibliográfica de distintos autores. **Metodología:** Se adoptó un enfoque preventivo basado en medidas como educación a cuidadores, promoción de dietas bajas en azúcares, aplicación tópica de flúor y supervisión del cepillado en niños. Se incluyeron diagnósticos tempranos mediante inspección clínica, radiografías y herramientas avanzadas para detectar lesiones iniciales. Resultados: La caries dental afecta los tejidos dentales debido a bacterias presentes en la biopelícula. Su desarrollo está influido por factores como higiene deficiente, consumo de azúcares, alteraciones en el flujo salival y características anatómicas de los dientes. **Conclusión:** La caries en dentición primaria puede prevenirse mediante estrategias como higiene adecuada, control dietético y detección precoz.

Palabras clave: Caries Dental, Mancha blanca, Desmineralización.

1. Universidad Hemisferios; Quito, Ecuador.

Carla Belén Diguay Torres https://orcid.org/0009-0003-8665-1014
Delanny Páez Andrade https://orcid.org/0009-0001-2214-4131
Carla Belén Diguay Torres https://orcid.org/0009-0003-8665-1014

Correspondencia: Carla Belén Diguay; Campus Iñaquito, ubicado en Paseo de la Universidad N.º 300 y Juan Díaz, Iñaquito Alto, Quito) 170527; cbdiguay@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Introduction: Dental caries is a chronic, progressive, multifactorial disease that mainly affects children under 10 years of age, compromising the primary teeth. It is caused by acids produced by bacteria that metabolize fermentable carbohydrates. Caries can begin with white spots on the enamel, a reversible stage with early intervention. **Objective:** The purpose of this study is to highlight the relevance of caries prevention in primary dentition, identifying white spots as an early sign, through a literature review of different authors. **Methodology:** A preventive approach was adopted based on measures such as education of caregivers, promotion of low sugar diets, topical application of fluoride and supervision of brushing in children. Early diagnosis by clinical inspection, radiographs and advanced tools to detect early lesions were included. Results: Dental caries affects dental tissues due to bacteria present in the biofilm. Its development is influenced by factors such as poor hygiene, sugar consumption, alterations in salivary flow and anatomical characteristics of the teeth. **Conclusion:** Caries in primary dentition can be prevented by strategies such as adequate hygiene, dietary control and early detection.

Keywords: Dental Caries, White Spot, Demineralization.

Introdución

La caries dental constituye una de las patologías más usuales durante la infancia, representando un desafío característico para la salud pública a nivel mundial. En niños menores de 10 años, esta patología afecta principalmente los dientes temporales o deciduos, los cuales desempeñan un papel fundamental en el desarrollo adecuado de la cavidad oral y en el proceso de masticación. Su origen radica en la función de las bacterias presentes en la placa dental, las cuales metabolizan los azúcares de los alimentos, generando ácidos que provocan la desmineralización progresiva y, en última instancia, la destrucción de los tejidos dentales. El desarrollo de la caries es un proceso multifactorial, influido por aspectos como una higiene bucal deficiente, el consumo elevado de azúcares y la escasez de acercamiento a servicios odontológicos preventivos. Estos factores contribuyen a la aparición de la enfermedad a edades tempranas, con consecuencias significativas para la salud oral y el bienestar general de los niños[1].

Un signo inicial característico de la caries en niños menores de 10 años es la presencia de manchas blancas en el esmalte dental, resultado de la desmineralización incipiente. Estas manchas representan una etapa temprana de la enfermedad, en la que la pérdida de minerales aún no ha derivado en la formación de una cavidad visible, pero ya evidencia el efecto de los ácidos producidos por las bacterias en el esmalte. Aunque estas lesiones pueden ser reversibles si se identifican y tratan oportunamente, frecuentemente pasan desapercibidas, lo que favorece su progresión hacia caries más avanzadas que comprometen la dentina e incluso causan daños irreversibles, requiriendo intervenciones restauradoras como obturaciones o coronas[2].

La detección de manchas blancas y la presencia de caries dental en niños subraya la importancia de implementar estrategias preventivas eficaces. Estas medidas incluyen el mantenimiento de una adecuada higiene oral, la disminución del consumo de azúcares, la aplicación de selladores dentales y el uso correcto de flúor. Asimismo, las visitas regulares al odontopediatra son esenciales para identificar de manera temprana cualquier signo de caries y aplicar tratamientos preventivos antes de que la enfermedad progrese. La educación sobre hábitos saludables resulta fundamental para garantizar una óptima salud bucal en la infancia y prevenir complicaciones futuras asociadas con la caries dental[3]. El objetivo de esta revisión es destacar la relevancia de la prevención de la caries dental en los dientes temporales y la importancia de la identificación temprana de su aparición, especialmente a través de la observación de manchas blancas. Para ello, se llevará a cabo una revisión bibliográfica de diversos

autores, con el fin de explicar los procesos que ocurren en la cavidad oral de los pacientes pediátricos.

Metodología

Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos científicos en las bases de datos Google Scholar, PubMed, Elsevier y SciELO, utilizando las palabras clave "Caries", "Mancha blanca" y "Desmineralización". La búsqueda se limitó a publicaciones entre 2020 y 2024.

Se incluyeron investigaciones que abordaron la caries temprana y el desarrollo de manchas blancas como signos iniciales de desmineralización en niños menores de 10 años. Se priorizaron estudios que analizan la evolución de las manchas blancas y su relación con el riesgo de progresión hacia caries más profundas.

Se excluyeron artículos que no estaban directamente relacionados con la caries temprana y las manchas blancas, así como los estudios que no ofrecían información relevante sobre la desmineralización en niños.

Resultados

Se llevó a cabo una revisión de 76 artículos, de los cuales 26 cumplieron con los criterios de inclusión preestablecidos. El proceso de selección y filtrado de estos artículos se encuentra representado en el diagrama de flujo PRISMA (*Figura 1*) que se presenta a continuación.

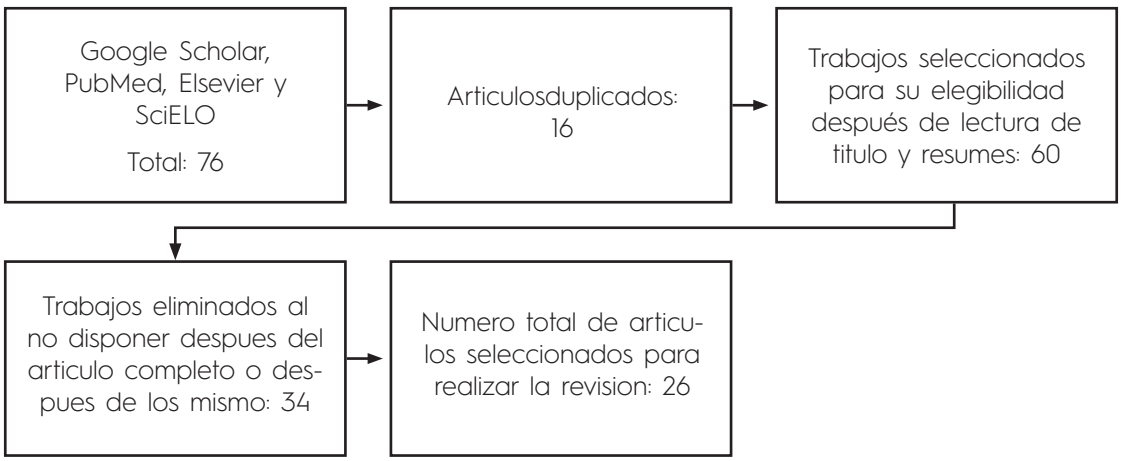


Figura 1. Flujo Prisma

1. ¿Qué es la caries dental?

La caries dental es una enfermedad crónica, progresiva y multifactorial que afecta los tejidos duros del diente, incluyendo el esmalte, la dentina e, incluso, el cemento radicular en casos avanzados. Esta afección tiene su origen en los ácidos producidos por bacterias presentes en la biopelícula dental, las cuales metabolizan carbohidratos fermentables provenientes de la dieta.[4]

El proceso de desarrollo de la caries comienza con la desmineralización gradual de la estructura dental, lo que puede generar lesiones cavitadas. Si estas no son tratadas a tiempo, pueden extenderse hacia las capas más profundas del diente, causando dolor, hipersensibilidad, infecciones e, incluso, la pérdida de la pieza afectada.[5]

La aparición de la caries está influida por diversos factores, tales como:

- Acumulación de placa bacteriana.
- Consumo frecuente de azúcares.
- Alteraciones en la calidad y cantidad de flujo salival.

Características anatómicas del diente.

La prevención de esta patología se sustenta en una higiene bucal rigurosa, el uso

adecuado de flúor, el consumo moderado de azúcares y controles regulares con el odontólogo[4].

El desarrollo de la caries involucra una interacción compleja de factores biológicos, conductuales y ambientales, destacándose la actividad metabólica de bacterias como Streptococcus mutans y Lactobacillus, que forman parte de la biopelícula dental. Estas bacterias fermentan los carbohidratos de la dieta, generando ácidos que reducen el pH bucal y provocan una pérdida progresiva de minerales esenciales, como calcio y fosfato, en el esmalte dental[4].

La caries dental no es un evento aislado, sino el resultado de múltiples factores, entre ellos:

- Deficiencia en la higiene bucal: La acumulación de biopelícula fomenta la proliferación bacteriana y la producción continua de ácidos[5].
- Consumo excesivo de azúcares: La ingesta frecuente de alimentos ricos en carbohidratos fermentables intensifica el proceso de desmineralización.
- Alteraciones en el flujo salival: La saliva contribuye a neutralizar ácidos, remineralizar el esmalte y eliminar restos de alimentos. Su disminución (xerostomía) incrementa el riesgo de caries[6].
- Características anatómicas del diente: Fisuras, surcos y áreas de difícil acceso favorecen la acumulación de placa[7].
- Factores sistémicos y genéticos: Aspectos como la composición del esmalte, la calidad salival y predisposiciones genéticas influyen en la susceptibilidad individual.
- Por lo tanto, la caries dental es el resultado de un desequilibrio entre los procesos de desmineralización y remineralización, determinado por hábitos, condiciones locales de la cavidad oral y factores intrínsecos, lo que la convierte en una enfermedad multifactorial compleja[7].

2. Reconocimiento de la caries dental

La identificación de la caries dental se basa en signos y síntomas específicos, que varían según la etapa de la lesión. Un diagnóstico temprano requiere tanto observación clínica como el uso de herramientas complementarias.

2.1. Signos visibles

- Manchas blancas opacas: Indicadoras de pérdida mineral en fases iniciales[6].
- Cambios en la coloración: Aparición de áreas marrones o negras, señal de daño progresivo.
- Presencia de cavidades: Perforaciones visibles en etapas avanzadas[9].

2.2. Síntomas clínicos

- Sensibilidad dental: Molestias al consumir alimentos o bebidas frías, calientes o azucaradas, especialmente si la lesión afecta la dentina.
- Dolor localizado: Puede ser intermitente o constante, agravándose si compromete la pulpa dental.
- Halitosis o sabor desagradable: Asociados a la acumulación de restos orgánicos en cavidades[8].

2.3. Métodos diagnósticos profesionales

- Inspección visual y táctil: Evaluación de superficies dentales con espejos y sondas para identificar áreas blandas o rugosas[10].
- Radiografías: Útiles para detectar caries en zonas de difícil acceso, como entre dientes o debajo de restauraciones.
- Técnicas de fluorescencia o láser: Herramientas avanzadas que identifican lesiones tempranas mediante estímulos lumínicos[10].
- La detección precoz de la caries es fundamental para evitar su progresión. Por ello, se recomienda mantener visitas regulares al odontólogo y adoptar hábitos de higiene oral adecuados[8].

3. Tipos de caries en dentición primaria

En odontopediatría, la caries dental se clasifica según su localización, extensión y características:

- **Caries de corona:** Afecta la superficie visible del diente, especialmente molares y premolares, debido a la acumulación de placa en fisuras y surcos.
- **Caries de raíz:** Se presenta cuando la caries avanza hacia la raíz, común en niños con higiene bucal deficiente o problemas periodontales[11].
- **Caries incipiente:** Etapa inicial caracterizada por desmineralización sin cavitación visible, reversible con medidas de remineralización[11].
- **Caries avanzada o cavitada:** Lesión que afecta la dentina y requiere tratamiento restaurador, como empastes o coronas[11].
- **Caries rampante:** Forma agresiva que afecta múltiples dientes, común en niños con alta ingesta de azúcares, pudiendo destruir rápidamente las piezas dentales[11].
- **Caries de biberón:** Afecta incisivos superiores de lactantes, asociada al uso prolongado de biberones con líquidos azucarados[11].

El tratamiento de la caries varía según su tipo y gravedad, desde medidas preventivas hasta intervenciones complejas, como obturaciones, coronas o extracciones[12].

4. Prevalencia de las caries en dientes primarios

En 2017, el Global Burden of Disease Study analizó y reporto ciertas patologías en el sistema estomatológico entre un 60% y 90% de la población mundial, dejando a la caries como primera patología. En México por ejemplo su prevalencia de caries es alta, lo que deja un largo camino que debe recorrer el tema de prevención y por ende difícil para el sistema de Salud[13].

Factores como el ambiente, el nivel socioeconómico, el sexo, la zona de residencia, el tipo de dentición y el índice de masa corporal influyen en su distribución y gravedad, asi sea dificil determinar un factor exacto nos podemos guiar por medio de parámetros[14].

Las medidas preventivas en México específicamente, como la fluoración de la sal y la aplicación de fluoruro en las escuelas, han reducido la prevalencia de caries entre un 30 y 40%, sin embargo, la prevalencia actual no se conoce con certeza debido a los cambios en los hábitos alimenticios dependiendo la edad en la que se encuentren los infantes[3].

El estudio que se realizo por Global Burden of Disease Study en un país tan grande como Mèxico tenia como objetivo dar a conocer factores como el sexo, el estado nutricional, la educación, el nivel socioeconómico y el tipo de área demográfica para determinar un porcentaje lo mas acercado a la realidad sobre las caries y todas sus etapas, las cuales como profesionales de salud dental debemos conocer información actualizada para saber tratarlas según sus etapas y sobre todo crear mas conciencia en cuanto a la prevención que es por donde los odontólogos deberíamos empezar para erradicar estas cifras increíblemente altas y preocupantes[15].

4.1. Factores determinantes

La caries dental está influenciada por una serie de factores como los ambientales, socioculturales, el lugar de residencia, el sexo, el tipo de dentición, el índice de masa corporal y el nivel socioeconómico. Sin embargo, la interacción entre estos factores complica la determinación precisa de su impacto en el desarrollo de la patología[3].

El estudio sobre tratamientos pulpares en dientes primarios con necrosis pulpar es crucial para mantener los dientes deciduos hasta el recambio a dientes permanentes, ya que es un tema poco conocido por la sociedad, es decir limpiar a profundidad la pulpa afectada de un diente deciduo no está entre los tratamientos que los padres de familia piensan que existen por ello no toman de forma responsable la caries

como por ejemplo la pulpectomía, una técnica común en odontopediatría, consiste en desinfectar los conductos radiculares o extraer el tejido pulpar necrosado, sin embargo existen estudios que pueden haber varias formas de tratar una pulpa afectada en dientes primarios como pulpotomías y pulpectomías, sin embargo es importante saber dar un correcto diagnóstico ya que como son demasiado comunes encontrar caries de gran tamaño en diente deciduos no significa que van a ser todas para un tratamiento pulpar[16].

En la dentición temporal, las alteraciones pulpares presentan un mayor riesgo, debido a la delgadez del esmalte y el mayor volumen de la pulpa en comparación con los dientes permanentes. La caries dental es una de las principales causas de las afecciones pulpares, ya que provoca la desmineralización del tejido dental, una descomposición que afecta las capas más profundas del diente hasta llegar a la pulpa. Su origen está determinado por una variedad de factores, siendo el más influyente la higiene bucal deficiente y la variabilidad en la dieta, donde el azúcar constituye la causa principal[14].

El estudio de la prevalencia de caries dental en función de diversos factores sociodemográficos y clínicos presenta resultados variados:

4.2. Nivel Socioeconómico (NSE)

Los estudios muestran que los niños con un NSE bajo presentan una mayor prevalencia de caries en dientes temporales, mientras que en dientes permanentes la diferencia entre grupos de NSE bajo y medio-bajo es mínima. Sin embargo, algunos estudios no encuentran diferencias significativas en la prevalencia de caries entre niños de familias con estatus económico bajo y alto[17].

4.3. Población Rural vs. Urbana

Se observó que la prevalencia de caries en comunidades rurales y urbanas es alta y no presenta diferencias significativas. En varias investigaciones, los dientes permanentes tuvieron una mayor prevalencia de caries en ambos tipos de población[17].

4.4. Estado Nutricional

Se encontró que los niños con sobrepeso y obesidad tienen una prevalencia significativamente mayor de caries en comparación con los niños con un peso regular en base a su edad. Algunos estudios, sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre los diferentes grupos de peso (bajo, normopeso, sobrepeso y obesidad)[17].

4.5. Dentición

Los dientes temporales muestran una prevalencia significativamente más alta de caries en comparación con los dientes permanentes en la mayoría de los estudios, reflejando una mayor vulnerabilidad de la dentición primaria a las caries[17].

4.6. Sexo

La prevalencia de caries no muestra diferencias significativas en la mayoría de los estudios entre niños y niñas. Sin embargo, en algunos casos, las niñas presentan una mayor prevalencia de caries, aunque los valores de los índices de caries (cpod/CPOD) son más altos en los niños en ciertos estudios[18].

Pacientes atendidos en instituciones: En los niños que acudieron a instituciones de salud, la prevalencia de caries varió entre el 38.75% y el 66.9%, dependiendo de la región y la institución. En general, los valores del índice CPOD fueron más altos que los de cpod en estos grupos[18].

La prevalencia de caries dental está influenciada por factores como el nivel socioeconómico, el estado nutricional, el tipo de dentición, la zona de residencia y el sexo, aunque los resultados pueden variar según la población estudiada y el contexto geográfico[3].

5. Prevención

Un estudio sobre los lineamientos para terapias pulpares en dientes no vitales tiene como objetivo presentar recomendaciones basadas en evidencia para el tratamiento de pulpas no vitales en dientes primarios debido a caries profundas o traumatismos.

El Grupo de Trabajo de la Academia Americana de Odontología Pediátrica (AAPD) realizó una revisión sistemática y meta-análisis de estudios sobre la terapia de pulpa no vital, utilizando el enfoque GRADE para evaluar el nivel de certeza de la evidencia en las recomendaciones clínicas[19].

La recomendación sobre el diagnóstico de pulpitis irreversible o necrosis pulpar en dientes primarios no se basa en evidencia directa, según la revisión del Grupo de Trabajo (GT).

Sin embargo, se sugiere que un diente con uno o más de los siguientes signos o síntomas pueda ser diagnosticado como pulpitis irreversible o necrosis pulpar: dolor dental espontáneo, tracto sinusal, inflamación gingival no relacionada con enfermedad periodontal, movilidad anormal, o hallazgos radiográficos de radiolucidez periapical o en la furca, así como reabsorción radicular interna o externa. (Uribe et al., 2023)

El diagnóstico de pulpitis irreversible no debe basarse exclusivamente en la incapacidad para controlar el sangrado en cinco minutos. Aunque un diente con hemorragia persistente al realizar una pulpotomía puede ser un indicio de pulpitis irreversible, esta no debe ser la única base para el diagnóstico, debe ser un diagnóstico por medio de varios signos como clínicos basados en una radiografía periapical en específico que nos dará una vista mucho más específica. (Márquez et al., 2023)

Estudios recientes han mostrado que el control de la hemorragia en la zona de exposición pulpar no es un indicador preciso de la inflamación y puede llevar a diagnósticos erróneos, especialmente en dientes primarios con exposición pulpar debido a caries[19].

No se encontró evidencia directa que respalde un criterio específico para que los clínicos decidan la extracción en lugar de la terapia pulpar no vital en dientes primarios no vitales[20].

Sin embargo, se sugiere que la extracción debe considerarse como el tratamiento de elección en los siguientes casos:

6. Tratamiento

Hay estudios donde sus resultados mostraron que la pulpectomía presenta una menor tasa de fracasos, siendo el tratamiento más adecuado para mantener dientes deciduos con necrosis. Se identificaron tres técnicas principales de pulpectomía: manual, rotatoria y no instrumentada, cada una con sus indicaciones y contraindicaciones. (Uribe et al.,2023)

En cuanto a los materiales de obturación, en la pulpectomía manual convencional se utilizan principalmente óxido de zinc y eugenol (ZOE), hidróxido de calcio (Ca(OH)2), y yodoformo. Para la técnica rotatoria, se emplean limas como Profile, GT, K3 y Protape[21].

En la pulpectomía no instrumentada, las pastas más utilizadas son 3mix-MP, CTZ o Pulpotec. (Uribe et al., 2023)

Se realizó una revisión sistemática para comparar la efectividad de la resina compuesta y el vidrio ionómero modificado con resina en la restauración de caries proximales cavitadas en dientes primarios. La restauración de caries proximales en dientes primarios es compleja, y ambos materiales son ampliamente utilizados por sus propiedades estéticas y adhesivas. Sin embargo, aún no se ha determinado de manera clara cuál de estos materiales es más efectivo. (Ortega et al., 2020)

6.1. El uso de resina compuesta en caries proximales cavitadas de dientes primarios probablemente no presenta una diferencia significativa en el fracaso de la restauración en comparación con el vidrio ionómero modificado con resina, aunque la certeza de la evidencia es baja. Sin embargo, se observó que la resina compuesta podría aumentar el riesgo de caries secundaria. No se encontraron estudios que evaluaran la retención de las restauraciones[14].

6.2. El fluoruro diamino de plata (FDP) es un tratamiento tópico utilizado para prevenir o detener el avance de la caries dental, compuesto por plata, que tiene propiedades antibacterianas, y fluoruro, que remineraliza el esmalte dental[20].

Este tratamiento ha ganado popularidad como alternativa terapéutica debido a sus propiedades anticariogénicas y cariostáticas, especialmente en programas comunitarios y en la consulta privada para casos específicos[22].

Un estudio realizado por Venegas et al. en 2014 en la Universidad de los Andes de Venezuela y presentado en la Universidad de Antioquía (Colombia) demostró que el FDP puede inactivar las caries sin que las lesiones progresen en severidad, al menos durante las 13 semanas posteriores a su aplicación en ratas Wistar. Aunque el estudio se realizó en animales, se sugirió que estos resultados pueden extrapolarse a humanos, y que el FDP es una estrategia efectiva para controlar las caries en dientes primarios cavitados (que afectan tanto al esmalte como a la dentina), ayudando a mantener la vitalidad pulpar hasta que se de un recambio dental óptimo[14].

6.3. La revisión de literatura sobre la efectividad de los sellantes resinosos en dientes primarios.

Se logró encontrar que sus estudios controlados aleatorizados los cuales han demostrado que estos sellantes pueden reducir el riesgo de caries en un 70%, los sellantes resinosos actúan eliminando las irregularidades de las superficies oclusales, lo que los convierte en un procedimiento óptimo para prevenir las caries, especialmente en los molares y premolares deciduos. Se recomienda su aplicación a partir de los 3 años de edad, o tan pronto como los dientes erupcionen, para evitar lesiones cariosas tempranas y que sean muy extensas[23].

Los sellantes resinosos son efectivos en la prevención de caries en dientes primarios debido a su alta resistencia y rápida adhesión, protegiendo las caras oclusales de molares y premolares, que son las piezas más susceptibles a la caries debido a sus fosas y fisuras profundas, donde pueden acumularse placa y ácidos[23].

6.4. Las coronas en dientes primarios son una opción terapéutica común en odontopediatría, especialmente en dientes que han sufrido caries extensas, traumatismos o que presentan una restauración que no es duradera o suficiente para mantener la función y estética. Estas coronas ayudan a restaurar la forma, función y estética del diente afectado, además de protegerlo de una mayor destrucción[1].

Corona de acero inoxidable (CI)

Uso: Es el tipo más común de corona en dientes primarios, especialmente cuando la cavidad es extensa o el diente tiene una gran pérdida de estructura dental[24].

Ventajas: Es durable, resistente, económica y fácil de colocar. Ofrece una excelente protección contra la fractura o destrucción adicional del diente[25].

Indicaciones: Se utiliza principalmente en dientes posteriores (molares y premolares) deciduos con grandes caries, después de una pulpectomía o cuando las restauraciones con resinas compuestas no son viables[24].

Desventajas: Estéticamente no es atractiva, ya que es metálica y puede no ser adecuada para dientes anteriores, donde la estética es más importante[24].

Corona de resina compuesta (o resina compuesta directa)

Uso: Estas coronas son una opción más estética, especialmente indicada para dientes anteriores, ya que se adaptan mejor al color natural de los dientes[15].

Ventajas: Ofrecen un acabado estético, y tienen una buena adhesión al diente, mejorando su funcionalidad.

Indicaciones: Se utilizan generalmente en dientes anteriores deciduos donde la estética es fundamental, o en dientes posteriores en casos menos graves[11].

Desventajas: Son menos duraderas que las coronas de acero inoxidable y pueden desgastarse más rápidamente, especialmente en molares.

Corona de resina compuesta preformada (Corona de resina compuesta moldeada)

Uso: Esta opción se utiliza para restaurar dientes que han sufrido una pérdida significativa de estructura dental[9].

Ventajas: Mejor estética que la corona de acero inoxidable, además de que se moldean de forma rápida y precisa[9].

Indicaciones: En casos donde se busca una solución estética, y en dientes posteriores donde la restauración de estructura dental es importante, pero no es viable la opción de metal[9].

Procedimiento para la colocación de coronas en dientes primarios:

Evaluación inicial: El dentista pediátrico realiza un examen clínico y radiográfico para evaluar el daño del diente y determinar si es adecuada la colocación de una corona. Si el diente tiene una caries extensa o ha sido tratado con una pulpectomía, la corona puede ser necesaria[4].

Preparación del diente: El diente se prepara para recibir la corona. Esto implica limpiar la cavidad de la caries, reducir el tamaño del diente para crear un ajuste adecuado para la corona y darle la forma deseada[4].

Selección de la corona: El dentista selecciona el tipo de corona más adecuada para el paciente (de acero inoxidable, resina compuesta, etc.) según el diente a tratar, su ubicación (anterior o posterior), y la estética requerida[4].

Colocación de la corona: Se coloca la corona sobre el diente preparado, y el dentista verifica que se ajuste adecuadamente. En algunos casos, puede ser necesario realizar ajustes adicionales en la forma o tamaño de la corona[4].

Seguimiento: Después de la colocación, el dentista realiza un seguimiento para asegurarse de que la corona permanezca en su lugar y no cause molestias o complicaciones. El paciente debe regresar para revisiones periódicas para controlar el estado del tratamiento[4].

Indicaciones para coronas en dientes primarios:

Caries extensas: Cuando las caries afectan una gran parte del diente, y no es posible una restauración con empaste convencional[8].

Tratamientos de pulpectomía: En dientes deciduos que han tenido una pulpectomía (tratamiento de conducto radicular), las coronas ofrecen una protección adicional y mantienen la estructura del diente[8].

Traumatismos dentales: En casos de dientes primarios que han sido fracturados o afectados por un golpe[8].

Restauraciones fallidas: Si un empaste convencional no ha tenido éxito, la corona puede ser una opción para restaurar el diente afectado[8].

Ventajas de las coronas en dientes primarios:

Longevidad: Proporcionan una solución duradera para dientes muy dañados[8].

Estabilidad: Protegen la estructura dental restante y prevenir más daños.

Funcionalidad: Permiten que los niños mantengan la capacidad masticatoria mientras esperan el recambio de los dientes[8].

Desventajas de las coronas en dientes primarios:

Apariencia estética: Las coronas de acero inoxidable pueden no ser estéticamente agradables, especialmente en dientes anteriores[26].

Costos: Algunos tipos de coronas, como las de porcelana o zirconia, pueden ser costosas[26].

Procedimiento más invasivo: Requiere la reducción del diente afectado, lo que puede ser un proceso más invasivo en comparación con otros tratamientos[26].

Pulpectomía vs. Pulpotomía: La pulpectomía tuvo un mayor éxito en dientes sin resorción radicular ($p<0,001$). Para los dientes

con reabsorción radicular previa, la técnica más exitosa fue la ELRP (Extirpación de la Lesión Radicular Pulpar), aunque la pulpectomía fue superior en dientes con raíces íntegras[26].

Materiales de obturación: La tasa de éxito fue más alta con ZO/iodoformo/HC (óxido de zinc con eugenol, iodoformo y hidróxido de calcio) y ZOE (óxido de zinc con eugenol) en comparación con el iodoformo solo (71% o menor). Después de 18 meses, ZO/iodoformo/HC y ZOE mostraron tasas de éxito cercanas al 90%, mientras que el iodoformo tuvo una tasa de éxito significativamente menor[26].

Instrumentación de los conductos: La instrumentación rotatoria fue significativamente más rápida que la manual ($p<0,001$), pero no hubo diferencias en la calidad de la obturación entre ambos métodos ($p=0,09$), y ambos mostraron tasas de éxito similares[26].

Otros factores: La tasa de éxito no se vio afectada por el método de obturación, la técnica de determinación de la longitud radicular, el tipo de diente, el número de citas, los agentes de irrigación, la remoción de residuos dentinarios o el momento de la restauración definitiva[26].

Las coronas en dientes primarios son una opción efectiva y funcional para tratar dientes afectados por caries extensas o traumatismos, y son fundamentales para asegurar la salud dental infantil hasta el recambio natural de los dientes deciduos[26].

Discusión

La caries en los dientes de leche es un problema complejo que se ve influenciado por diversos factores biológicos, sociales y económicos. Esto dificulta encontrar soluciones universales para prevenirla y tratarla. A pesar de los avances en tratamientos y medidas preventivas, la caries sigue siendo muy común, especialmente en países en desarrollo. Esto nos muestra que es necesario mejorar los programas educativos y de prevención, especialmente en las comunidades más vulnerables.

Los tratamientos para las caries en los dientes de leche, como la extirpación del nervio y la colocación de coronas, son efectivos, pero presentan desafíos. Por un lado, los padres pueden no aceptar ciertos tratamientos por motivos estéticos, y por otro, los profesionales pueden encontrar dificultades para aplicarlos debido a limitaciones de los materiales o a los costos. Además, aún existen dudas sobre cuál es el mejor tratamiento en ciertos casos, como el tipo de material para rellenar los conductos radiculares o la técnica más adecuada para limpiarlos.

Para reducir la caries en los dientes de leche, es fundamental educar a los niños desde pequeños sobre la importancia de una buena higiene bucal y facilitar el acceso a tratamientos preventivos. También es necesario investigar nuevas estrategias de prevención que se adapten a los cambios en los hábitos de alimentación y de higiene de los niños.

Conclusión

En conclusión, la detección temprana de manchas blancas como indicadores iniciales de desmineralización del esmalte es crucial para prevenir el avance de la caries dental. Una intervención oportuna y no invasiva favorece la preservación de los dientes temporales y contribuye significativamente a mantener una buena salud oral a largo plazo.

Tras el analisis podemos decir que los dientes temporales son fundamentales para el desarrollo integral de los niños, ya que aseguran el espacio para los dientes permanentes, facilitan la masticación y apoyan el desarrollo del habla. Prevenir y tratar adecuadamente la caries en esta etapa es esencial para evitar complicaciones que puedan comprometer tanto la salud oral como el bienestar general del niño.

A modo de cierre, la prevención es una estrategia clave para reducir la incidencia de caries en niños. Mediante la educación en higiene oral, una dieta equilibrada baja en azúcares, el uso de flúor tópico y visitas

regulares al odontopediatra, es posible fortalecer el esmalte dental y fomentar hábitos saludables desde temprana edad, garantizando una mejor salud oral a largo plazo.

Contribución de los autores

Carla Belén Diguay Torres; Delanny Páez Andrade: Concepción y diseño del trabajo; recolección deinformación, redacción del manuscrito, revisión crítica delmanuscrito, aprobación de su versión final.

Jenny Edith Collantes Acuña: revisión crítica del manuscrito, aprobación de su versiónfinal.

Bibliografía

1. Águila, M. J., Toledo, C., Alvarado, F., & Cardenas, A. (2021). Resina compuesta en comparación a vidrio ionómero modificado con resina en dientes primarios con caries proximales cavitadas. International journal of interdisciplinary dentistry, 14(1), 95-99.
2. Coll, J. A., Dhar, V., & Vargas, K. (2022). Lineamientos para el uso de terapias pulpares en dientes primarios con pulpas no-vitales. Revista de Odontopediatría Latinoam
3. Viteri-García, A., Parise-Vasco, J. M., Cabrera-Dávila, M. J., Zambrano-Bonilla, M. C., Ordonez-Romero, I., Maridueña-León, M. G., ... & Armas-Vega, A. (2020). Prevalencia e incidencia de caries dental y efecto del cepillado dental acompañado de barniz de flúor en escolares de Islas Galápagos, Ecuador: protocolo del estudio EESO-Gal. Medwave, 20(06)
4. Roca, E. C., Llorente, M. C., Vicente, G. S., & Díaz, L. R. (2020). Factores de riesgos en la génesis de la caries dental en edad temprana y efectos de la lactancia materna. Revista Cubana de Estomatología, 57(2).
5. Márquez-Pérez, K., Zúñiga-López, C. M., Torres-Rosas, R., & Argueta-Figueroa, L. (2023). Prevalencia reportada de caries dental en niños y adolescentes mexicanos. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 61(5), 653.
6. Manes Uribe, C., Restrepo, M., & Mejía, J. D. (2023). Técnica LSTR con pasta CTZ para el tratamiento de la necrosis pulpar en molares primarios. Reporte de caso. Revista de Odontopediatría Latinoamericana, 13.
7. Ortega, F. (2020). Prevalencia de caries dental y factores sociodemográficos asociados a su aparición en la población escolar de Mangahuantag, Puembo. OdontoInvestigación, 6(2), 12-33.
8. Veléz, E., Encalada, L., Fernández, M. J., & Salinas, G. (2019). Prevalencia de caries según índice CEOD en escolares de 6 años Cuenca-Ecuador. Revista Kiru, 16(1).
9. Páez, C. A. V., Castillo, E. L. T., & Ávila, J. A. T. (2021). Higiene bucal como factor determinante en incidencia de caries dental en niños de 6 a 12 años. ReciMundo, 5(1), 227-240.
10. Páez Pinto, B. A. (2024). Efectividad de los sellantes resinosos en dientes primarios. Revisión de literatura (Doctoral dissertation, Quito: Universidad Hemisferios 2024).
11. Sotillo, V., Limongi, I., Medina Díaz, A., & Martínez Vásquez, M. G. (2022). Fluoruro diamino de plata como terapia para la inactivación de lesiones de caries cavitadas en dientes primarios. Revista Científica CMDLT, 16(1).
12. Morel, C. D., & Toledo, N. J. (2020). Frecuencia de caries en niños de 1 a 5 años y conocimientos, actitudes y prácticas de acuerdo a investigaciones realizadas en universidades de Asunción reconocidas por el Ministerio de Educación y Cultura durante los años 2000 al 2013. Revista de Odontopediatría Latinoamericana, 5(2), 15-25.
13. Echeverria-López, S., Henríquez-D'Aquino, E., Werlinger-Cruces, F., Villarroel-Díaz, T., & Lanas-Soza, M. (2020). Determinantes de caries temprana de la infancia en niños en riesgo social. International journal of interdisciplinary dentistry, 13(1), 26-29.
14. Saravia, D., Valdivia, S. M., & Alagón, S. L. C. (2020). Caries de infancia temprana mediante el sistema internacional de detección y evaluación de caries (icdas II) y su relación con hábitos de alimentación e higiene bucal en niños de 3 a 5 años, Pomata. Revista de Ciencias Naturales, 2(1), 144-156.
15. Pomacóndor-Hernández, C., & Hernandes da Fonseca, N. M. A. (2020). Infiltrantes para tratamiento estético de lesiones de manchas blancas por fluorosis: Reporte de caso. Odovtos International Journal of Dental Sciences, 22(3), 43-49.

16. Fernandez Barco, J. B., & Consuelo, T. C. M. (2024). Eficacia y aplicación del flúor en la prevención de caries dentales: análisis bibliométrico (2020-2024).

17. Pérez, G. P. (2024). Alternativas al flúor: nuevas formas conservadoras de remineralizar el esmalte dental.: Alternatives to fluoride: new conservative ways of remineralizing dental enamel. Revista de Odontología Clínica y Científica Contemporánea, 1(1), 1-9.

18. Colombo, Y. A. (2024). Prevención de la caries dental. Salud (i) Ciencia, 25(8), 482-483.

19. Lopez Jara, J. S. (2024). Uso del fluoruro diamino de plata, como alternativa para tratamiento atraumático en caries activas. Revisión sistemática.

20. Urueta-Acuña, D. A., Castillo-Pedraza, M. C., & Wilches-Visbal, J. H. (2024). Adhesión de Streptococcus mutans en materiales restaurativos bioactivos: revisión narrativa. Salus, 28(3), 29-33.

21. Salguero, J. E. A., & Menjivar, A. E. S. (2022). Relación del índice de caries dental y estado nutricional en niños de 5 a 11 años de edad, UCSFI San Miguel Tepezontes y Panchimalco, 2019. Jennifer Elizabeth Aldana Salguero, An. Crea Ciencia Revista Científica, 15(2), 25-28.

22. Delvalle, S., Gutiérrez, G. M., Paiva, C., & Zárate, C. M. (2024). Hábitos alimentarios y su relación con enfermedades de la cavidad oral en escolares. MEDciencia, 2(1), 1-9.

23. Zanini, M., Tenenbaum, A., & Azogui-Lévy, S. (2022). La caries dental, un problema de salud pública. EMC-Tratado de medicina, 26(1), 1-8.

24. Usos del fluoruro diamino de plata y como se los puede emplear en odontopediatría. Revisión sistemática (Bachelor's thesis).

25. Delvalle, S., Gutiérrez, G. M., Paiva, C., & Ovelar, B. R. A. (2024). Mejoramiento de la salud bucal de escolares mediante promoción y atención odontológica. MEDciencia, 2(1), 1-8.

26. Quispe Cabrera, J. (2022). Caries de Aparición Temprana y Grado de Instrucción de la Madre en Niños de 3 a 5 Años de la Institución Educativa Inicial Micaela Bastidas Puyucahua-Tamburco Abancay 2019-2020.

Para referenciar aplique esta cita:
Diguay Torres CB, Páez Andrade D, Collantes Acuña JE. Caries temprana y manchas blancas en niños menores de 10 años: Revisión Sistemática. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):46-57. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/324

Revista Ecuatoriana de Pediatría
Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Reporte de Caso
Área de estudio: Pediatría
Páginas: 58-63
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e279
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/279

Reporte de Caso

Hemangioma infantil presentado en paciente neonatal del Hospital Dr. Roberto Gilbert E. Apropósito de un caso

Infantile hemangioma presented in a neonatal patient at the Dr. Roberto Gilbert E Hospital. Report of a case

Stephany Yadira Oscullo Ñacato[1], Margarita Alexandra Guagalango Cabrera[2], Rocio del Pilar Cevallos Miranda[3], Victor Daniel Mendieta Maza[4]

RESUMEN

Introducción: El hemangioma infantil se considera el tumor endotelial benigno más frecuente en la infancia con una incidencia del 4-10% en niños menores de 1 año. **Caso clínico:** Se trata de una recien nacida de 20 días de vida que presentá una lesión eritematosa de bordes bien definidos que va incrementado paulatinamente en tamaño e intensidad, comprometiendo desde región auricular derecha, cuello hasta región auricular izquierda catalogado como hemangioma profundo que presentó como complicación obstrucción de la vía aérea, manejada clínicamente con propanolol. **Discusión:** A parecen en las primeras semanas de vida, la localización predominante es cabeza y cuello, como el en caso de nuestra paciente. Su abordaje y tratamiento son multidisciplinarios dado su tamaño, sitio de localización y alto riesgo de secuelas.

Keywords: hemangioma infantil, angioma, tumor, hemangioma congénito, propranolol.

1. Universidad Católica Santiago de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador
2. Universidad Católica Santiago de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador
3. Servicio de Neonatología, Hospital Dr. Roberto Gilbert E.; Guayaquil, Ecuador
4. Universidad Católica Santiago de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador

Stephany Yadira Oscullo Ñacato https://orcid.org/0009-0006-2648-2396
Margarita Alexandra Guagalango Cabrera https://orcid.org/0009-0000-6851-8146
Rocio del Pilar Cevallos Miranda https://orcid.org/0000-0002-0881-1372
Victor Daniel Mendieta Maza https://orcid.org/0000-0002-2969-9586

Correspondencia: Stephany Yadira Oscullo Ñacato; Av. Pdte. Carlos Julio Arosemena Tola, 090615 Guayaquil; Ecuador; stephany.oscullo@cu.ucsg.edu.ec

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Introduction: Infantile hemangioma is considered the most common benign endothelial tumor in childhood with an incidence of 4-10% in children under 1 year of age. **Clinical case:** This is a 20-day-old newborn who presents an erythematous lesion with well-defined borders that gradually increases in size and intensity, involving the right auricular region, neck and left auricular region, classified as a deep hemangioma that presented as a complication airway obstruction, managed clinically with propranolol. **Discussion:** It seems in the first weeks of life, the predominant location is the head and neck, as in the case of our patient. Its approach and treatment are multidisciplinary given its size, location site and high risk of sequelae.

Keywords: infantile hemangioma, angioma, tumor, congenital hemangioma, propranolol.

Introducción

El hemangioma infantil (HI) se considera el tumor endotelial benigno más frecuente en la infancia[1]. La patogénesis no está del todo entendida pero se conoce que se encuentra compuesto por células madre con potencial de proliferación y diferenciación en células madre neurogliales, células progenitoras endoteliales (pudiendo diferenciarse en células endoteliales), células madre hematopoyéticas (diferenciación en eritrocitos y células mieloides) y células madre mesenquimales (diferenciación en pericitos y adipocitos), finalmente existiendo una proliferación de células endoteliales de los vasos sanguíneos[2].

Tiene una incidencia del 4-10% en niños menores de 1 año, aparecen en las primeras semanas de vida, mostrando un periodo de rápido crecimiento seguido de una involución espontanea, aproximadamente un 12% requiere tratamiento por presencia de complicaciones como obstrucción, ulceración o desfiguración[1,3]. La localización predominante es cabeza y cuello, siendo más comunes en niñas, gemelos, recien nacidos pretérmino o bajo peso al nacer, raza caucásica; teniendo en cuenta que las características maternas tambien juegan un papel importante como edad avanzada, gesta múltiple, placenta previa y preclamsia que son factores que llevan a parto pretérmino[1,4].

Los HI exhiben un patrón de crecimiento característico que cuenta con tres fases: la primera se caracteriza por ser proliferativa en donde la lesión crece rapidamente y predominan las células endoteliales con formación de masas sincitiales sin arquitectura vascular definida, a lo que sigue una fase de meseta y finalmente un fase involutiva donde la lesión se atenua de color y disminuye su tamaño ya que existe sustitución de los vasos por grasa, fibroblastos, tejido conectivo; la duración de cada fase depende del tipo de HI[3,5].

El objetivo de la presentación de este caso de HI fue por su ubicación atípica y por la gravedad de las complicaciones.

Caso clinico

Recién nacida de 20 días de vida que nace a término, peso acode a edad gestacional, producto de cuarta gesta, madre añosa, segunda gemelar quien es transferida a nuestra casa de salud por presencia desde los 10 días de vida (*Figura 1*) de una lesión eritematosa de bordes bien definidos que va incrementado paulatinamente en tamaño e intensidad, comprometiendo desde región auricular derecha, cuello hasta región auricular izquierda (hemangioma >5cm) asociado a lesiones enantemáticas en mucosa gingival y carrillo; polimedicada con antiséptico y analgésico tópico el cual fue administrado de forma directa vía oral y observando posteriormente eritema, edema y lesiones excoriativas sangrantes a nivel de labio inferior con lengua tumefacta, engrosa (*Figura 2*), desencadenando posteriormente dificultad respiratoria, con requerimiento de VMI por 24 horas.

Figura 1. Hemangioma infantil manifestado en periodo neonatal temprano con lesión precursora (área telangiectásica).

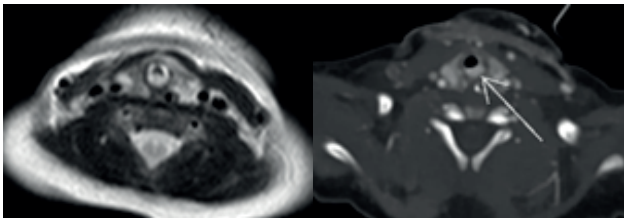


Figura 2. Hemangioma profundo que se extiende desde región auricular derecha, cuello hasta región auricular izquierda



Estudios de imagen en cuello (Figura 3) reportan hemangioma profundo multifocal con compromiso a nivel subglótico ubicado detrás de la tráquea, englobándola circunferencialmente aproximadamente un 50% sin disminución del diámetro de la columna de aire, cervical profundo, paratiroideo por lo cual inician tratamiento con betabloqueante.

Figura 3. a) RM, b)Angiotomografía de cuello: hemangioma profundo multifocal con compromiso subglótico ubicado detrás de la tráquea, englobándola circunferencialmente aproximadamente un 50% sin disminución del diámetro de la columna de aire, cervical profundo, paratiroideo.



Durante su estancia hospitalaria presenta obstrucción parcial de la vía aérea superior con requerimiento de VMI por 8 días y corticoterapia, a los 7 días se realiza fibrobroncoscopia donde no se evidencia obstrucción de vía área permitiendo el destete progresivo de VMI. Se solicitó valoración a servicio de cirugía cardiovascular quien sugiere manejo expectante; al alta externada con betabloqueante (Figura 4).

Figura 4. Posterior a inicio de tratamiento farmacológico se evidencia hemangioma en fase de involución.



Discusión

Los HI son tumores heterogeneos y al ser el tumor benigno más frecuente en la infancia su clasificación es de relevancia para orientar a su pronóstico, necesidad de estudios complementarios, complicaciones asociadas y tratamiento; su clasificación para fines prácticos los divide según la profundidad de los vasos afectados (superficiales, profundos y mixtos) y según la forma-distribución. Suelen diagnosticarse clinicamente, sus características son importantes para el médico que valora al paciente pues al nacimiento o en el periodo neonatal temprano pueden existir lesiones precursoras (área pálida de vasoconstricción o una lesión telangiectásica) que llamen la atención y haga sospechar sobre HI u otro diagnóstico dierencial[3,5].

El requerimiento de imágenes está indicado si existe preocupación por alteraciones estucturales subyacentes, exiten dos síndromes típicos asocidos a HI: el síndrome de PHACES (Posterior fossa malformations/ Hemangiomas/ Arterial anomalies/ Cardiac defects/ Eye abnormalities/ Sternal

cleft/ Supraumbilical raphe syndrome y el síndrome SACRAL (Perineal hemangioma/ External genitalia maformations/ Lipomyelomeningocele/ Vesicorenal abnormalities/ Imperforate anus/ Skin tag; siendo la resonancia magnética la imagen óptima para definirlas ya no que utiliza radiación ionizante[1-5].

Krowchuk y sus colaboradores refieren que el crecimiento más rápido del HI ocurre entre 1 y 3 meses de vida como es el caso de nuestra paciente y que una consulta tardía (mayor al mes de edad) en lesiones que son potencialmente de alto riesgo pueden dejar cambios permanentes que alterarán la vida del paciente[4]. Las lesiones potencialmente mortales incluyen la obstrucción de las vías respiratorias, los HI hepáticos asociados con insuficiencia cardíaca congestiva de alto gasto e hipotiroidismo grave y, en raras ocasiones, hemorragia profusa por un HI ulcerado. Los HI que obstruyen las vías respiratorias suelen afectar a la subglotis comprometiendo aún más la porción más estrecha de la vía respiratoria[4,6,7].

Debido a que la mayoría de los hemangiomas infantiles tienden a retroceder espontáneamente, sólo se requiere tratamiento en casos complicados; los objetivos del tratamiento dependen del estadio; en la fase proliferativa la terapia está dirigida a la inducción de la detención y remisión del crecimiento. Durante décadas, los corticosteroides fueron la base del tratamiento del hemangioma infantil obstructivo y proliferativo, pero en la actualidad el propranolol oral se ha convertido en el tratamiento de elección para el hemangioma infantil complicado ya que regula la proliferación de las células del hemangioma a través de las catecolaminas o la vía VEGF. Diferentes estudios que comparan corticoides vs propranolol sugieren que la prednisolona es menos efectiva y se asocia con significativamente más eventos adversos1,[8-10].

Conclusiones

La localización de algunos HI es de relevancia porque pueden ubicarse en áreas que comprometen la vida, ulcerarse o dejar secuelas importantes, por ello la protocolización sobre cuándo y cómo tratar un HI además de ser compleja, ayuda a la toma de decisiones sobre el tratamiento que se debe seguir. El impacto psicológico del HI en el niño y la familia también es una consecuencia importante.

Abreviaturas

HI: Hemangioma infantil.

PHACES: Posterior fossa malformations/ Hemangiomas/ Arterial anomalies/ Cardiac defects/ Eye abnormalities/ Sternal cleft/ Supraumbilical raphe syndrome.

SACRAL: Perineal hemangioma/ External genitalia maformations/ Lipomyelomeningocele/ Vesicorenal abnormalities/ Imperforate anus/ Skin tag.

Nota del Editor

La Revista Ecuatoriana de Pediatría permanece neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Originalidad del artículo

La Revista Ecuatoriana de Pediatría garantiza que el artículo es original y sin redundancia, el sistema antiplagio de nuestra revista reportó similitud menor al 2%, el análisis está disponible en:

Acceso abierto

Este artículo tiene la licencia de Creative Commons Attribution 4.0 CC-BY-NC-SA., que permite el uso, el intercambio, la adaptación, la distribución y la reproducción en cualquier medio o formato, siempre que otorgue el crédito adecuado al autor original y a la fuente. Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Se debe proporcionar un enlace a la licencia Creative Commons e indicar si se realizaron cambios. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo están incluidos en la licencia Creative Commons del artículo. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es.

Protección de personas

Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Singapur.

Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Financiamiento

Se trabajó con fondos propios de los autores.

Contribuciones de los autores

SO, MG: Idea de investigación, escritura del artículo, análisis crítico, compilación de los datos, revisión bibliográfica.

RC: Análisis crítico, correcciones editoriales.

Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito

Bibliografía

1. Baselga Torres E, Bernabéu Wittel J, van Esso Arbolave DL, Febrer Bosch MI, Carrasco Sanz Á, de Lucas Laguna R, Del Pozo Losada J, Hernández Martín Á, Jiménez Montañés L, López Gutiérrez JC, Martín-Santiago A, Redondo Bellón P, Ruíz-Canela Cáceres J, Torrelo Fernández A, Vera Casaño Á, Vicente Villa MA. Consenso español sobre el hemangioma infantil [Spanish consensus on infantile haemangioma]. An Pediatr (Barc). 2016 Nov;85(5):256-265. Spanish. doi: 10.1016/j.anpedi.2015.10.004. Epub 2015 Nov 19. PMID: 26776166.
2. Rodríguez Bandera AI, Sebaratnam DF, Wargon O, Wong LF. Infantile hemangioma. Part 1: Epidemiology, pathogenesis, clinical presentation and assessment. J Am Acad Dermatol. 2021 Dec;85(6):1379-1392. doi: 10.1016/j.jaad.2021.08.019. Epub 2021 Aug 19. PMID: 34419524.
3. Léauté-Labrèze C, Harper JI, Hoeger PH. Infantile haemangioma. Lancet. 2017 Jul 1;390(10089):85-94. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00645-0. Epub 2017 Jan 13. PMID: 28089471.
4. Krowchuk DP, Frieden IJ, Mancini AJ, Darrow DH, Blei F, Greene AK, Annam A, Baker CN, Frommelt PC, Hodak A, Pate BM, Pelletier JL, Sandrock D, Weinberg ST, Whelan MA; SUBCOMMITTEE ON THE MANAGEMENT OF INFANTILE HEMANGIOMAS. Clinical Practice Guideline for the Management of Infantile Hemangiomas. Pediatrics. 2019 Jan;143(1):e20183475. doi: 10.1542/peds.2018-3475. PMID: 30584062.
5. Wendling-Keim DS, Wanie L, von Schweinitz D, Grantzow R, Kappler R. Transcriptional activation of Hedgehog pathway components in aggressive haemangioma. Exp Dermatol. 2017 Oct;26(10):934-939. doi: 10.1111/exd.13346. Epub 2017 Aug 15. PMID: 28370639.
6. Lockman J, Schwartz Alan. Infantile hemangioma in the Airway. Anesthesiology. 2015;123(6):1449.
7. Cheirif-Wolosky O, Novelo-Soto AD, Orozco-Covarrubias L, Sáez-de-Ocariz M. Infantile hemangioma: an update in the topical and systemic treatments. Bol Med Hosp Infant Mex. 2019;76(4):167-175. English. doi: 10.24875/BMHIM.19000002. PMID: 31303649.
8. Jung HL. Update on infantile hemangioma. Clin Exp Pediatr. 2021 Nov;64(11):559-572. doi: 10.3345/cep.2020.02061. Epub 2021 May 26. PMID: 34044479; PMCID: PMC8566803.
9. Cheng JWCH, Lam YY, Fung GPG, Sin C, Luk DCK, Chan BHB, Chiu WK. Randomised controlled trial: Can topical timolol maleate prevent complications for small superficial infantile haemangiomata in high-risk areas? Pediatr Res. 2020 Nov;88(5):756-760. doi: 10.1038/s41390-020-0917-3. Epub 2020 May 1. PMID: 32357362.
10. Pope E, Lara-Corrales I, Sibbald C, Liy-Wong C, Kanigsberg N, Drolet B, Ma J. Noninferiority and Safety of Nadolol vs Propranolol in Infants With Infantile Hemangioma: A Randomized Clinical Trial. JAMA Pediatr. 2022 Jan 1;176(1):34-41. doi: 10.1001/jamapediatrics.2021.4565. PMID: 34747977; PMCID: PMC8576629

Para referenciar aplique esta cita:
Oscullo Ñacato SY, Guagalango Cabrera MA, Cevallos Miranda R del P, Mendieta Maza VD. Español Hemangioma infantil presentado en paciente neonatal del Hospital Dr. Roberto Gilbert E. Apropósito de un caso: español. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):58-63. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/279

Revista Ecuatoriana de Pediatría
Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Reporte de Caso
Área de estudio: Pediatría
Páginas: 64-67
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e272
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/272

Reporte de Caso

Síndrome de Holt Oram en el recién nacido: Reporte de caso

Holt Oram syndrome in a newborn: Case report

Jonnathan López-Llivicura[1], Yadira Espinoza[2], Viviana Pintado Barbecho[2], María Isabel Ruilova[3], Marjorie Rodríguez-Guerrero[4]

RESUMEN

El síndrome de Holt Oram o displasia atrio digital, es un trastorno dado por una alteración autosómica dominante poco frecuente, debido a una mutación en el brazo largo del cromosoma 12 del gen TBX5, que produce alteraciones cardiacas como defectos del tabique interauricular e interventricular, y del sistema de conducción, además de anomalías esqueléticas predominantemente en miembros superiores. Se describe el caso de un paciente recién nacido de sexo femenino producto de madre diabética con mala adherencia al tratamiento que presenta comunicación interauricular, comunicación interventricular y cabalgamiento de aorta evidenciados mediante ecocardiograma asociados a alteraciones en miembro superior izquierdo y miembro inferior derecho.

Palabras clave: Síndrome Holt Oram, recién nacido, comunicación interauricular, comunicación interventricular.

1. Hospital Vicente Corral Moscoso; Cuenca, Ecuador
2. Hospital Vicente Corral Moscoso; Cuenca, Ecuador
3. Hospital Vicente Corral Moscoso; Cuenca, Ecuador
4. Hospital Vicente Corral Moscoso; Cuenca, Ecuador
5. Hospital Vicente Corral Moscoso; Cuenca, Ecuador

Jonnathan López-Llivicura https://orcid.org/0009-0008-4093-3688
Yadira Espinoza https://orcid.org/0009-0009-7577-2658
Viviana Pintado Barbecho https://orcid.org/0009-0001-5625-1488
María Isabel Ruilova https://orcid.org/0000-0001-9580-8421
Marjorie Rodríguez-Guerrero https://orcid.org/0000-0001-8187-5535

Correspondencia: PreferenciasMarjorie Johanna Rodríguez Guerrero; Av. Los Arupos y Av. 12 de Abril; 010204; marjorodriguez27@gmail.com

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Holt Oram syndrome or atriodigital dysplasia, is caused by a rare autosomal dominant disorder given by a mutation in the long arm of chromosome 12 of the TBX5 gene, this disorder produces cardiac disorders such as interatrial and interventricular septal defects , and failures in the heart conduction system, in addition we can evidence skeletal abnormalities. The case presented is about a girl newborn who has prenatal history of diabetic mother without adherence to treatment and presents atrial and ventricular septal defect associated to overriding aorta showed by echocardiogram in addition to defects in the left upper limb and right lower limb.

Keywords: Holt Oram syndrome, newborn, atrial septal defect, ventricular septal defect.

Introducción

El Síndrome de Holt Oram, conocido también como síndrome mano-corazón o displasia atrio digital, es un trastorno genético autosómica dominante que afecta tan solo a 1 de cada 100000 nacidos vivos caracterizado por anomalías cardiacas estructurales (anatómicas y de conducción) así mismo alteraciones óseas en extremidades y caderas[2] debida a la mutación del gen TBX5, localizado en el brazo largo del cromosoma 12 (12q24.1)[1,2].

El gen en cuestión se encarga de la codificación del factor de transmisión T-box 5, el mismo que juega un rol vital en la embriogénesis de varios tejidos, participando en la activación de genes implicados el desarrollo de extremidades y de una adecuada cardiogénesis. Cerca del 75% de pacientes con este síndrome presentan alteraciones cardiacas, entre las más frecuentes tenemos defectos del tabique interauricular (principalmente de tipo ostium secundum) e interventricular, y también se han evidenciado alteraciones en el sistema de conducción[3]. Cuando se habla del sistema esquelético, cien por ciento de los pacientes expresan anormalidades[8]. Aunque se han reportado trastornos en miembros inferiores, los miembros superiores son los mayormente afectados con defectos como ausencia parcial o completa de huesos del antebrazo, anomalías de los huesos de la muñeca e hipoplasia o agenesia de pulgar[5].

El diagnóstico de la enfermedad se da mediante la comprobación de anomalías en radio y alteraciones de tabique cardiaco que pueden estar asociados a trastornos de la conducción[6].

El manejo de la enfermedad debido a su rareza es individualizado, los estudios sugieren llevar a cabo electrocardiograma de control cada año y ecocardiograma cada 3 a 5 años[8].

Presentación de caso

Se presenta el caso clínico de un recién nacido a termino adecuado para la edad gestacional de sexo femenino producto de cesárea con peso al nacimiento 3000 gr. Antecedentes prenatales: Diabetes materna con mala adherencia al tratamiento, vaginosis en los últimos 15 días del embarazo. Al nacimiento se evidencia simbraquidactilia de pulgar de mano izquierda (*Figura 1 A*), manos zambas bilaterales, pie equino valgo derecho (*Figura 1B*).

Es valorada por el servicio de cardiología pediátrica quien tras realizar ecocardiograma reporta cardiomiopatía hipertrófica no obstructiva, estenosis de rama pulmonar derecha, conducto arterioso pequeño sin repercusión hemodinámica, hipertensión arterial pulmonar moderada por lo que se inicia espironolactona 2 mg/kg cada 12 horas, comunicación interauricular, interventricular y cabalgamiento aórtico (*Figura 2 A,B*). Fue valorada por genética clínica que acude a valoración del paciente y determina la posibilidad de tratarse del síndrome Holt-Oram tomando en consideración la afectación cardíaca y los defectos presentes en las extremidades; indica llevar a cabo radiografías de anteroposterior y lateral de miembro superior izquierdo y miembro inferior derecho, en las cuales una vez obtenidas se evidencia hipoplasia

de radio izquierdo (*Figura 3A*), ausencia de primer metacarpiano (*Figura 3B*) por tanto ausencia de articulación metacarpofalángica llegando al diagnóstico clínico de Síndrome de Holt-Oram.

La paciente es dada de alta junto a su madre y se mantiene en seguimiento multidisciplinario incluyendo cardiología, traumatología, nutriología pediátrica, cirugía vascular, neurología. Se añade furosemida a medicación de base y a los siete meses de edad se realiza cierre de comunicación interventricular con buenos resultados.

Es valorada por cirugía vascular y se realiza amputación de precordio de pulgar. Posteriormente, la paciente permanece estable y en seguimiento.

Discusión

El síndrome de Holt Oram fue descrita por primera vez en 1960 por Mary Clayton Holt y Samuel Oram, es también conocido como el síndrome mano-corazón, es una condición rara con una prevalencia de 0.7-1 caso por cada 100.000 nacidos vivos sin predilección por alguno de los sexos[3], de herencia autosómica dominante, sin embargo, muchos de los casos se tratan de mutaciones de novo[9]. Está caracterizado por anomalías esqueléticas que afectan en su mayoría a las extremidades superiores de predominio izquierdo; se acompaña además de defectos cardíacos[4] siendo la comunicación interauricular e interventricular los más comunes en estos pacientes lo cual se evidenció en el ecocardiograma realizado a este paciente a la semana de vida, sin embargo, hay reportes de otros defectos como ductus arterioso persistente e hipertensión pulmonar pero no son tan frecuentes como los mencionados previamente.

Al tratarse de una patología rara con pocos casos reportados a nivel mundial se requiere de alta sospecha diagnóstica ante pacientes con alteraciones como las ya mencionadas en el escrito, el manejo de estos pacientes debería ser individualizado tomando en consideración la sintomatología presentada por el paciente puesto que no se cuenta con un tratamiento específico, sin embargo, un equipo multidisciplinario incluyendo especialidades como genética, cardiología pediátrica, cirugía, traumatología[7] sería lo adecuado para el manejo de estos pacientes, así mismo como un seguimiento prolijo.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener ningún tipo de conflicto de interés.

Aspectos Éticos

Este estudio de reporte de caso cuenta con la autorización formal y el consentimiento informado del paciente, garantizando la protección de su privacidad y el manejo confidencial de sus datos personales e imágenes clínicas de acuerdo con los principios éticos establecidos para la investigación médica.

Contribución de autores

JL, YE, VP, MR Concepción y diseño del trabajo.

JL, IR Recolección de datos y obtención de resultados.

YE, VP Análisis e interpretación de datos.

JL, YE, VP, MR Redacción del manuscrito.

IR Revisión crítica del manuscrito.

IR Aprobación de su versión final

IR, JL, MR Aporte de paciente o material de estudio.

YE, VP Obtención de financiamiento.

VP Asesoría estadística.

YE, VP, IR Asesoría técnica y administrativa



Figura 1. (A) Simbraquidactilia de mano izquierda. (B) Pie equino valgo derecho.

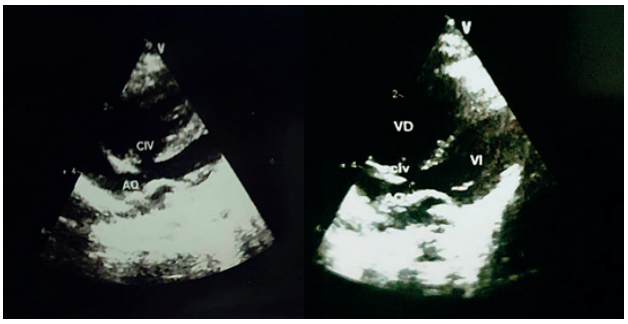


Figura 2. (A) Cabalgamiento de aorta y comunicación interventricular. (B) Solución de continuidad en región perimembranosa de 4 mm sin paso del color del color.

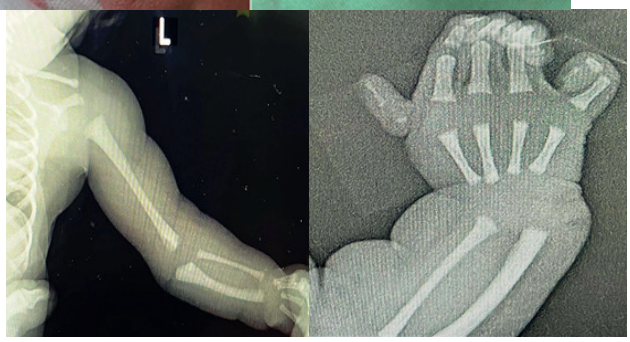


Figura 3. . (A) Se evidencia hipoplasia radial izquierda. (B) Radiografía de mano izquierda en la que se muestra ausencia de falange proximal de pulgar izquierdo.

Bibliografía

1. Auquilla AG, Llanos FP, Marcano Sanz LE, Endis M, Ruilova MI, Molina S, Patiño C. Origen anómalo de la arteria carótida común izquierda asociada a síndrome de Holt Oram: reporte de caso. Cirugia Cardiovasc [Internet]. Enero de 2021 [Consultado el 29 de mayo de 2023]. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.circv.2020.12.001
2. Basson CT, Cowley GS, Solomon SD, Weissman B, Poznanski AK, Traill TA, et al. The clinical and genetic spectrum of the holt-oram syndrome (heart-hand syndrome). New Engl J Med 1994;330(13):885-891.
3. Khan AN, Malik ES, Anwar SO, Mahmood A, Khan JA. A Case Report on Holt Oram Syndrome. PAFMJ [Internet]. 23Nov.2022 [cited 28May2023];72(SUPPL-3):S645-7. Available from: https://www.pafmj.org/index.php/PAFMJ/article/view/9573
4. Newbury-Ecob RA, Leanage R, Raeburn JA, Young ID. Holt-Oram syndrome: A clinical genetic study. J Med Genet 1996;33(4):300-307
5. Običan S, Maggio L. Holt-Oram Syndrome. Obstetric Imaging: Fetal Diagnosis and Care: Second Edition; 2018. p. 557-559.e1.
6. McDermott DA FJC. Síndrome de Holt Oram [Internet]. Europepmc.org. 2019 [citado el 17 de junio de 2024]. Disponible en: https://europepmc.org/article/nbk/nbk1111
7. Gupta M, Dosu A, Makan J. Holt-Oram syndrome: An incidental diagnosis. Cureus [Internet]. 2022; Disponible en: https://assets.cureus.com/uploads/case_report/pdf/95344/20220610-4729-ffi4r2.pdf
8. Doria CM, de Omena Sampaio TL, Melucci ALL, Urzedo JF, Nogueira APS, Pereira MF, et al., editores. View of Síndrome de Holt-Oram: uma abordagem diagnóstica, evolução clínica e revisão [Internet]. Vol. 6. Brazilian Journal of Health Review; 2023 [citado el 17 de junio de 2024]. Disponible en: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/63191/45456
9. Skwarek-Dziekanowska A, Wójtowicz-Ściślak A, Sobieszek G, editores. Holt-Oram syndrome [Internet]. Vol. 28. European Review for Medical and Pharmacological Sciences; 2024 [citado el 17 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/336-341.pdf

Para referenciar aplique esta cita:
López-Llivicura J, Espinoza Y, Pintado Barbecho V, Ruilova MI, Rodríguez Guerrero MJ. Síndrome de Holt Oram en el recién nacido: Reporte de un caso. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):64-67. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/272

Revista Ecuatoriana de Pediatría
Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Reporte de Caso
Área de estudio: Pediatría
Páginas: 68-73
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e271
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/271

Reporte de Caso

Foliculitis pustulosa eosinofílica de la infancia ¡Una dermatosis infrecuente en pediatría!

Eosinophilic pustular folliculitis of childhood A rare dermatosis in pediatrics!

María Fernanda Ortiz Jaramillo[1], Paola Estefanía Alarcón Andrade[2], Juan Pablo Erazo Cuadrado[3], Moisés Humberto Cáceres Pérez[4], José Andrés Merizalde Guerra[5]

RESUMEN

La foliculitis pustulosa eosinofílica de la infancia es una dermatosis inflamatoria estéril, que afecta generalmente a niños menores de 36 meses de edad. Es una condición autolimitada, con resolución espontánea a la edad de 3 años, en la mayoría de los pacientes. No es claro su mecanismo fisiopatológico, pero se plantea un estímulo antigénico como el causante de una desregulación de los mecanismos inmunitarios. Se caracteriza por la recurrencia de pápulas, pústulas estériles pruriginosas, localizadas en la piel cabelluda, pudiendo afectar también al tronco y extremidades. El diagnóstico es clínico y el estudio histopatológico lo confirma por el hallazgo en dermis de un infiltrado inflamatorio mixto constituido por neutrófilos con predominio de eosinófilos a nivel folicular y perifolicular, lo cual es una característica común, asociada a una eosinofilia periférica. Actualmente los antihistamínicos representan la primera línea de tratamiento por su acción anti eosinofílica. Presentamos el caso clínico de una lactante de 1 año 3 meses con una dermatosis localizada en piel cabelluda caracterizada por algunas pápulas eritematosas, costras, pústulas, escamas blanquecinas de 6 meses de evolución, asociadas a prurito y tratada como Escabiosis. La publicación de este artículo tiene como objetivo ayudar a los médicos de primer contacto al reconocimiento de esta patología, para evitar diagnósticos y prescripciones erróneas. Finalmente podemos concluir que el tratamiento instaurado en nuestra paciente con cetirizina y corticoides tópicos fue satisfactorio.

Palabras clave: foliculitis, pústulas, eosinofilia, cetirizina

1. Hospital General San Francisco de Quito IESS; Quito, Ecuador
2. Hospital General San Francisco de Quito IESS; Quito, Ecuador
3. Hospital General San Francisco de Quito IESS; Quito, Ecuador
4. Hospital Gineco Obstétrico Pediátrico de Nueva Aurora. Quito, Ecuador
5. Hospital Gineco Obstétrico Isidro Ayora. Quito, Ecuador

María Fernanda Ortiz Jaramillo https://orcid.org/0000-0002-4912-996X
Paola Estefanía Alarcón Andrade https://orcid.org/0000-0003-2602-1283
Juan Pablo Erazo Cuadrado https://orcid.org/0000-0003-3473-5497
Moisés Humberto Cáceres Pérez https://orcid.org/0000-0002-1381-9651
José Andrés Merizalde Guerra https://orcid.org/0000-0003-1881-1031

Correspondencia: Moisés Humberto Cáceres Pérez; Av. Quitumbe Ñan y Quilla Ñan s/n, sector de Guamaní, sur de Quito; Quito, Ecuador; 170701; moisescaceres2111@gmail.com

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Eosinophilic pustular folliculitis of infancy is a sterile inflammatory dermatosis that generally affects children under 36 months of age. It is considered a self-limiting disease and typically resolves spontaneously by 3 years of age in most patients. Although its pathophysiological mechanism is unclear, it is thought to be caused by an antigenic stimulus that leads to a deregulation of the immune mechanisms. It is characterized by recurring papules, pruritic sterile pustules, primarily located on the scalp and may also affect the trunk and extremities. Although its diagnosis is clinical, it can be confirmed through histopathological examination, which reveals a mixed inflammatory infiltrate in the dermis, consisting of neutrophils with a predominance of eosinophils at the follicular and perifollicular level, which is a common characteristic associated with peripheral eosinophilia. Currently, antihistamines represent the first line of treatment due to their anti-eosinophilic effect. This study presents the clinical case of a 1-year-and-3-month-old infant with a dermatosis located on the scalp characterized by some erythematous papules, scabs, pustules, and whitish scales. These symptoms had been developing for 6 months, were associated with itching, and were initially treated as scabies. The publication of this article aims to help primary care physicians to recognize this pathology to avoid erroneous diagnoses and prescriptions. Finally, it can be concluded that the treatment administered to our patient with cetirizine and topical corticosteroids was satisfactory.

Keywords: folliculitis, pustules, eosinophilia, cetirizine.

Introducción

La foliculitis pustulosa eosinofílica de la infancia es una dermatosis pápulo pustular infrecuente de comportamiento benigno y autolimitado en menores de 3 años generalmente[1]. Su mecanismo fisiopatológico no es claro, sin embargo se plantea que puede ser causada por un estímulo antigénico que provoca una desregulación de los mecanismos inmunitarios y una reacción localizada de hipersensibilidad con quimiotaxis selectiva de eosinófilos[2]. Se caracteriza por brotes recurrentes de pústulas estériles de aparición frecuente en la piel cabelluda y menos común en cara, tronco y extremidades[3]. Las lesiones son estériles y contienen un infiltrado de eosinófilos relacionadas con el folículo piloso, por lo que al tener los antihistamínicos una acción anti eosinofílica, representan la primera línea de tratamiento. Se trata de una alteración en la regulación del sistema inmunológico debido a la activación de una de las subpoblaciones linfocitarias, con predominio de la respuesta Th2, dada por las citocinas proinflamatorias[4,5,6]. Suele confundirse con la foliculitis bacteriana, por lo que es fundamental distinguirla de otras lesiones pustulosas para evitar tratamientos innecesarios[7].

Los antihistamínicos sistémicos como la hidroxicina y cetirizina se consideran medicamentos seguros en la población pediátrica, con una importante acción anti eosinofílica, gracias a la inhibición del receptor H1 que impide la migración de eosinófilos. Se considera a la cetirizina como el tratamiento de primera línea, en pacientes con cuadros recurrentes según algunos autores, sin dejar de lado el uso de corticoides, inhibidores de calcineurina y ciertos AINES como la indometacina[4].

Caso Clínico:

Femenina de 1 año 3 meses de edad, con una dermatosis localizada en piel cabelluda a nivel de vertex y región parietal derecha, caracterizada por algunas pápulas eritematosas induradas con costras en su superficie, además de algunas pústulas y escamas blanquecinas, de 6 meses de evolución, asociadas a prurito.



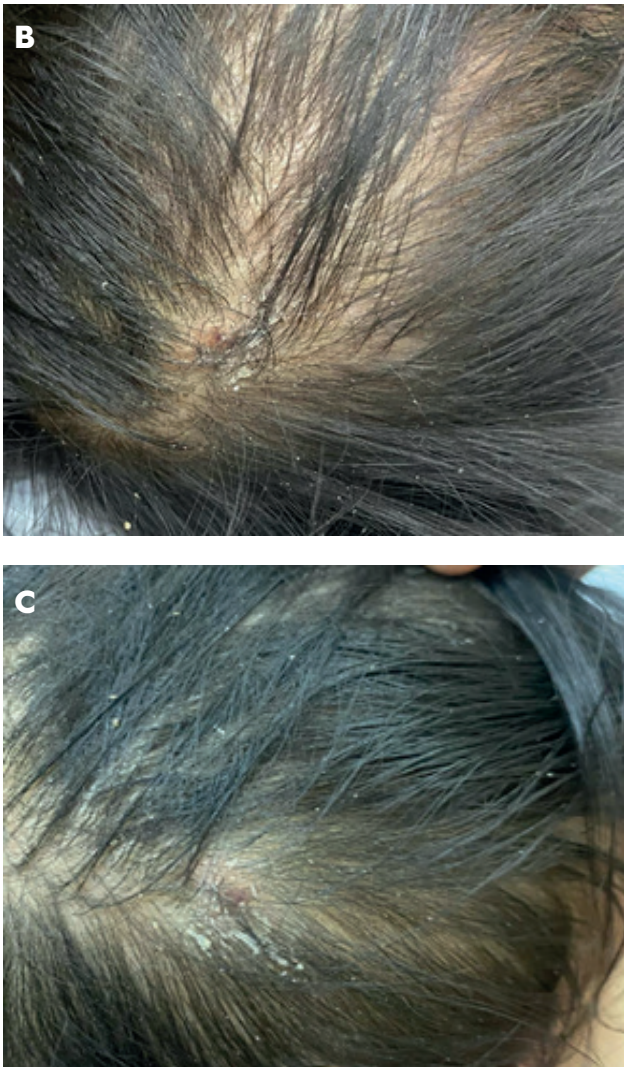


Figura 1. A,B,C. Pápulas eritematosas y escamas blanquecinas en piel cabelluda.

Se realiza exámenes de laboratorio debido a que estaba cursando una neumonía, la biometría hemática reportó: Leucocitos 29.800, neutrófilos 68.8 %, linfocitos 24.7 %, eosinófilos 1.3 %, cayados 1 %, hemoglobina 8.2, hematocrito 25.5%, plaquetas 478.000, PCR 170.9, procalcitonina 82.6. Se realiza un control en 4 días, luego de recibir ceftriaxona, reportando una mejoría en sus paraclínicos, pero se identifica una eosinofilia periférica importante de 15.1%.l

Dermatología Pediátrica realiza una biopsia cutánea a nivel de piel cabelluda con sacabocado # 4.0, encontrando en el estudio histopatológico a nivel de epidermis, áreas de acantosis, presencia en dermis de folículos pilosos con un denso infiltrado inflamatorio mixto constituido por linfocitos, histiocitos, polimorfonucleares con predominio de eosinófilos que se extienden en toda la vaina radicular externa hasta la inserción del conducto sebáceo.

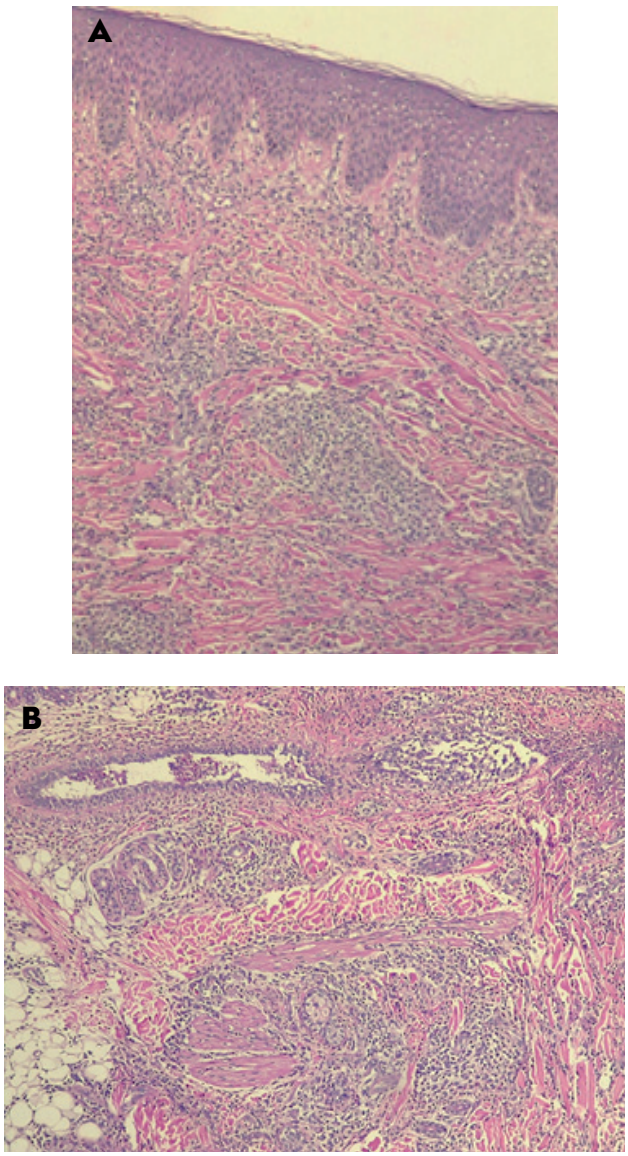


Figura 2. A. Epidermis: Acantosis. Dermis papilar: Moderado infiltrado inflamatorio mixto. (HE) 10 X. **B.** Dermis Reticular: Denso infiltrado inflamatorio mixto de predominio polimorfonuclear, perianexial (HE) 10 X.

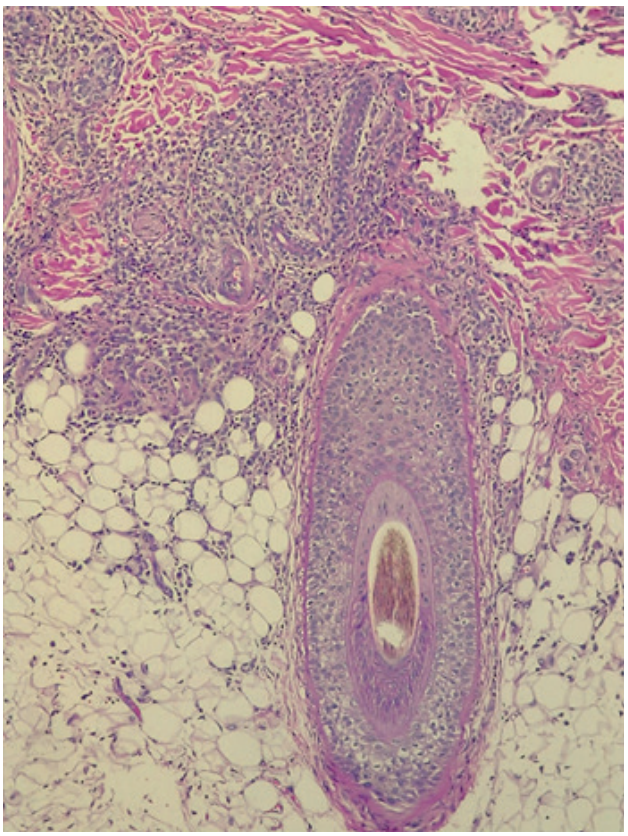


Figura 3. Dermis reticular: Denso infiltrado inflamatorio mixto de predominio polimorfonuclear con extensión hacia tejido celular subcutáneo. (HE) 10X.

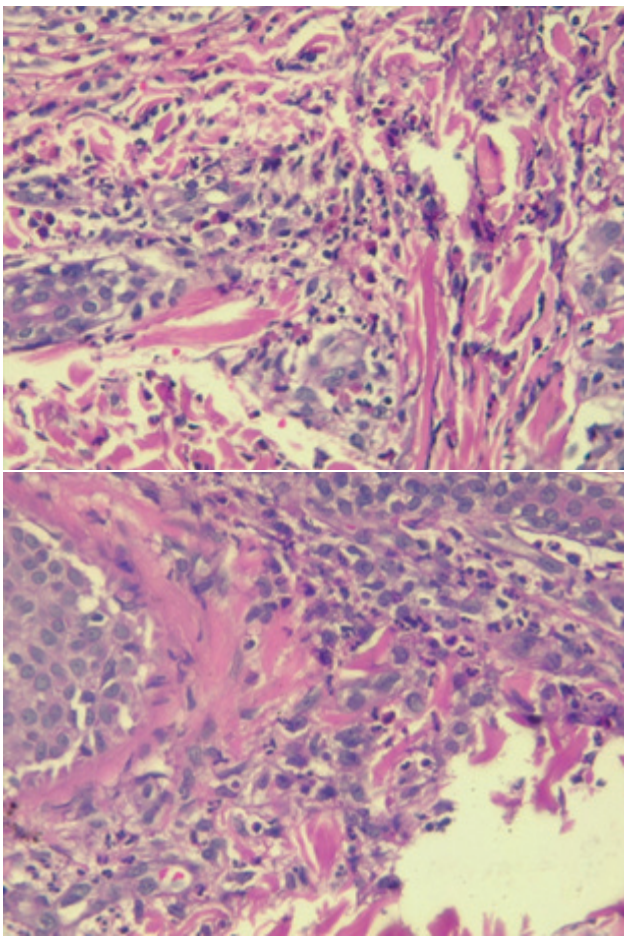


Figura 4 y 5. Dermis papilar: Denso infiltrado inflamatorio mixto con abundantes eosinófilos. (HE) 10X.

La paciente recibió cetirizina 2.5 ml vía oral una vez al día por 4 semanas, clobetasol en shampoo lavado diario del cabello por 2 semanas, betametasona + ácido fusídico (crema) cada 12 horas en lesiones de piel cabelluda de manera localizada por 15 días, evidenciando mejoría y desaparición de las lesiones.

Discusión

La foliculitis pustulosa eosinofílica es una dermatosis inflamatoria que pertenece a las enfermedades cutáneas eosinofílicas, se clasifica como clásica y de la infancia[8]. Anne W Lucky informó el primer caso infantil en 1984[9].

Es una dermatosis rara de etiología desconocida, que afecta a recién nacidos e infantes, alrededor del 70% comienza antes de los 6 meses de edad, mientras que el 5% aparece por primera vez a los 14 meses de edad[9]. Se caracteriza por pápulas, vesículas, pústulas de 1-3 mm que confluyen en placas con costras y descamación en la piel cabelluda predominantemente, asociadas a prurito en el 84% de los casos 10,11. Pueden presentarse también en cara, tronco y extremidades incluido palmas y plantas, sin dejar cicatriz[3,12]. En nuestra paciente sólo se observó pápulas, pústulas con costras y escamas blanquecinas en piel cabelluda, las cuales constituyen lesiones clásicas de esta enfermedad.

Se ha reportado una relación 4 hombre 1 mujer[13].

Los casos suelen ser recurrentes con períodos de remisión en intervalos de 1 a 12 semanas, siendo la resolución de 1 a 4 semanas, con curación completa de la enfermedad a la edad de 3 años aproximadamente en la mayoría de niños[13].

Por su morfología puede confundirse con procesos infecciosos bacterianos, virales o micóticos, los cultivos bacterianos, fúngicos y virales resultan negativos[14], lo que lleva a una prescripción incorrecta e innecesaria

de antibióticos, antivirales y antimicóticos. Es por ello que en nuestra paciente no se realizó ningún cultivo ya que no se sospechó de ningún cuadro cutáneo de etiología infecciosa, a diferencia de otros reportes en la literatura, en los cuales erróneamente administraron varios antibióticos.

La etiología no es bien conocida, se cree que puede existir una susceptibilidad genética por la preferencia en caucásicos y varones[6]. Se considera una manifestación tisular secundaria a un estímulo antigénico responsable de la alteración en los mecanismos inmunológicos, en la que se presenta una activación de linfocitos TH2 y su respectiva elevación de citocinas como la IL5, que resulta quimiotáctica para eosinófilos[2,15]. Por otra parte la vía del ácido araquidónico pudiera estar involucrada en la infiltración eosinofílica tanto en la forma clásica como en la de la infancia[8].

El diagnóstico se lo realiza a través de la morfología de las lesiones cutáneas y la demostración en el estudio histopatológico de una eosinofilia tisular como hallazgo universal, así como también una eosinofilia periférica, la cual se presenta hasta en el 70% de los casos. Las pústulas contienen abundantes eosinófilos y están acompañadas de infiltración dérmica de células inflamatorias predominantemente eosinofílicas, alrededor de los folículos pilosos[2,9]. En esta paciente se confirmó el hallazgo descrito por la literatura, ya que presentó un 15% de eosinófilos en sangre periférica, así como también eosinófilos en la dermis.

Dentro de los diagnósticos diferenciales se encuentran el impétigo, foliculitis, escabiosis, tiña capitis inflamatoria, histiocitosis de células de langerhans. En el período neonatal la melanosis pustulosa neonatal transitoria, eritema tóxico, dermatitis seborreica, acropustulosis infantil puede asemejarse a estas lesiones[13,16,17]. En el caso presentado la paciente tuvo un diagnóstico erróneo de escabiosis con tratamiento por 2 años y sin resolución, por ello es importante que los médicos de primer contacto conozcan esta patología para que puedan diagnosticarla de manera oportuna y tratarla adecuadamente.

Aunque su comportamiento es autolimitado y benigno, actualmente la indometacina tópica es una alternativa de tratamiento junto con antihistamínicos, corticoides tópicos, inhibidores de calcineurina y dapsona[2,8,17].

Actualmente en la literatura se reportan 2 casos con buena respuesta a indometacina tópica, por ser un medicamento antiinflamatorio no esteroideo, que inhibe la producción de prostaglandinas, detiene la proliferación de células endoteliales, además de modular el ciclo celular[7], así como también inhibe la vía del ácido araquidónico responsable de la infiltración eosinofílica[18].

Existen 3 casos de pacientes con foliculitis pustulosa eosinofílica de la infancia con excelente respuesta a cetirizina atribuida a su acción anti eosinofílica proporcionada por la inhibición de la migración de eosinófilos a través del bloqueo del receptor H1[12,19]. En este caso la terapéutica instaurada con cetirizina y corticoides tópicos fue satisfactoria, ya que se resolvieron las lesiones luego de 4 semanas de tratamiento.

Consideraciones éticas

Para este reporte de caso se contó con el consentimiento informado por parte del representante legal del menor.

Conflicto de interés

Los autores no tienen ningún conflicto de interés.

Financiamiento

Financiamiento propio de los autores.

Contribución de autores

Concepción y diseño del trabajo. Todos los autores.

Recolección de datos y obtención de resultados. Todos los autores.

Análisis e interpretación de datos. Todos los autores.

Redacción del manuscrito. Todos los autores.

Bibliografía

1. Fertitta L, Bodemer C, Molina T, Frassati-Biaggi A, Fraitag S, Leclerc-Mercier S. Eosinophilic Pustular Folliculitis of Infancy: A Histologic Assessment of 43 Cases. Pubmed [Internet]. el 1 de junio de 2022; Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35583404/
2. Yoshida S, Yatsuzuka K, Chigyo K, Kuroo Y, Takemoto K, Sayama K. A Case of Eosinophilic Pustular Folliculitis since Birth. Pubmed [Internet]. el 8 de enero de 2021; Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/children8010030
3. García-Patos V, Pujol RM, De Moragas JM. Infantile Eosinophilic Pustular Folliculitis. Clinical and Laboratory Investigations. 1994;133–8.
4. Odyakmaz Demirsoy E, Demirsoy U, Ozod U, Kiran R. Eosinophilic pustular folliculitis of infancy suppressed with cetirizine. Pubmed [Internet]. mayo de 2019; Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30791150/
5. Morales A, Matheu R, González Y, Yanguasb J, Caballero M, Torio B, et al. Pustulosis eosinofílica infantil [Internet]. Academia Española de Dermatología y Venereología; 2024. Disponible en: https://www.actasdermo.org/es-pustulosis-eosinofilica-infantil-articulo-13071108
6. Luelmo Aguilar J, Sáez Artacho A. Foliculitis pustulosa eosinofílica en el lactante. Anales Españoles de Pediatría; 2001.
7. Nomura T, Katoh M, Yamamoto Y, Miyachi Y, Kabashima K. Eosinophilic pustular folliculitis: A proposal of diagnostic and therapeutic algorithms. Pubmed. noviembre de 2016;1301–6.
8. Takei S, Hayashi R, Tomii K, Deguchi T, Fujikawa H, Shinkuma S, et al. Two cases of infancy associated eosinophilic pustular folliculitis (I-EPF) comparing the profile of infiltrating cells with classic EPF by immunohistochemical study. Pubmed. enero de 2024;125–9.
9. Guo W, Qian G, Zhang C. Eosinophilic pustular folliculitis of infancy. National library of med. julio de 2023;429.
10. Hernández-Martín Á, Nuño-González A, Colmenero I, Torrelo A. Eosinophilic pustular folliculitis of infancy: A series of 15 cases and review of the literature. Journal of the american academy of derma. el 7 de otoño de 2013;68:150–5.
11. Duarte A, Kramer J, Yusk J, Paller A, Schachner L. Eosinophilic Pustular Folliculitis in Infancy and Childhood. University of California - San Diego. febrero de 1993;
12. Mathes E, Kittler N. Vesicular, pustular, and bullous lesions in the newborn and infant. Uptodate [Internet]. el 22 de enero de 2024; Disponible en: https://www-uptodate-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/contents/vesicular-pustular-and-bullous-lesions-in-the-newborn-and-infant
13. Saylam Kurtipek G, Zekey E, Tuncez Akyurek F, Demirbas A, Harmankaya İ. Infantile Eosinophilic Pustular Folliculitis: A Case Report. National library of medicin. marzo de 2022;1143–6.
14. Hyun Lee J, Hee Kang J, Kee Cho B, Jeong Park H. Generalized Eosinophilic Pustular Folliculitis of Infancy Responding to Hydroxyzine. National Library of Medicine. agosto de 2015;458–60.
15. Buckley D, Munn S, Higgins E. Neonatal eosinophilic pustular folliculitis. National library of medici. mayo de 2001;251–5.
16. Giard F, Marcoux D, McCuaig C, Powell J, Russo P. Eosinophilic pustular folliculitis (Ofuji disease) in childhood: a review of four cases. National library of medicine. septiembre de 1991;189–93.
17. Frølunde AS, Braae Olesen A, Riber-Hansen R, Uldall Pallesen K. Eosinophilic pustular folliculitis of infancy: A rare diagnosis in children. National library of medicine [Internet]. mayo de 2021; Disponible en: http://dx.doi.org/10.1002/ccr3.4167
18. Solomon D. NSAIDs (including aspirin): Pharmacology and mechanism of action. Pubmed [Internet]. el 11 de junio de 2024; Disponible en: https://www-uptodate-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/contents/nsaids-including-aspirin-pharmacology-and-mechanism-of-action?search=indometacina&source=search_result&selectedTitle=8%7E150&usage_type=default&display_rank=7
19. Harris D, Ostlere L, Buckley C, Johnson M, Rustin M. Eosinophilic pustular folliculitis in an HIV-positive man: response to cetirizine. National library of medicine. abril de 1992;392–4.

Para referenciar aplique esta cita:
Ortiz Jaramillo MF, Alarcón Andrade PE, Erazo Cuadrado JP, Caceres Perez MH, Merizalde Guerra JA. Foliculitis pustulosa eosinofílica de la infancia ¡Una dermatosis infrecuente en pediatría!. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):68-73. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/271

Revista Ecuatoriana de Pediatría
Editorial: Sociedad Ecuatoriana de Pediatría (Núcleo de Quito, Ecuador)
Tipo de estudio: Reporte de Caso
Área de estudio: Pediatría
Páginas: 74-80
Codígo DOI: https://doi.org/10.52011/RevSepEc/e268
URL: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/268

Reporte de Caso

Malformaciones linfáticas cervicofaciales con compresión de la vía aérea. Reporte de cuatro casos

Cervicofacial lymphatic malformations with airway compression. Report of four cases

Verónica Castro Palaguachi[1], Marjorie Rodríguez-Guerrero[2], Luis Marcano Sanz[3], Miurkis Endis Miranda[4], Andrea Milena Rodríguez-Guerrero[5], Eliany González Oliva[6], Ximena Vélez Dávila[7], María Eugenia Delgado Ponce[8]

RESUMEN

Los linfangiomas son lesiones benignas congénitas raras debidas al desarrollo anormal del sistema linfático. La literatura describe una incidencia de 1 por cada 2000 a 4000 nacidos vivos. Aunque constituyen masas benignas, pueden debutar con complicaciones graves como el compromiso de la vía aérea y estridor, apnea, cianosis y disnea progresiva. La elección de tratamiento es aún controvertida, algunos métodos mencionados en revisiones de series de casos son la cirugía, escleroterapia, inmunosupresores o la combinación de ellos. Se presentan cuatro pacientes, dos neonatos y dos escolares, con compresiones extrínsecas de la vía aérea que fueron tratados con escleroterapia intralesional con bleomicina, y en dos ellos combinada con la cirugía. Debido a la gran extensión de las lesiones, a la poca frecuencia de complicaciones con peligro inminente para la vida y la combinación de modalidades de tratamiento, se consideró relevante el reporte de estos cuatro pacientes.

Palabras clave: Linfangioma, Escleroterapia, Bleomicina.

1. Residente Asistencial de Cirugía Pediátrica, Hospital "Vicente Corral Moscoso", Cuenca, Ecuador
2. Hospital "Vicente Corral Moscoso". Cuenca, Ecuador
3. Hospital "Vicente Corral Moscoso", Cuenca, Ecuador
4. Hospital "Vicente Corral Moscoso", Cuenca, Ecuador
5. Ministerio de Salud Pública; Cuenca, Ecuador
6. Hospital del Río; Cuenca, Ecuador
7. Hospital "Vicente Corral Moscoso", Cuenca, Ecuador
8. Investigadora Independiente; Cuenca

Verónica Castro Palaguachi https://orcid.org/0009-0007-9246-3449
Marjorie Rodríguez-Guerrero https://orcid.org/0000-0001-8187-5535
Luis Marcano Sanz https://orcid.org/0000-0003-3811-1120
Miurkis Endis Miranda https://orcid.org/0000-0002-0299-2037
Andrea Milena Rodríguez-Guerrero https://orcid.org/0009-0003-6734-2400
Eliany González Oliva https://orcid.org/0009-0008-5883-9710
Ximena Vélez Dávila https://orcid.org/0000-0001-7088-7856
María Eugenia Delgado Ponce https://orcid.org/0000-0001-5445-7290

Correspondencia: Verónica Castro Palaguachi; Pje. del Paraíso, Cuenca; 010204; nenacastro@gmail.com

Recibido: 10/oct/2024 - Aceptado: 12/nov/2024 - Publicado: 29/ene/2025

ABSTRACT

Lymphangiomas are rare, benign congenital lesions resulting from abnormal development of the lymphatic system. The literature reports an incidence of 1 in every 2000 to 4000 live births. Despite being benign, they can present with serious complications such as airway obstruction, stridor, apnea, cyanosis, and progressive dyspnea. The treatment approach remains controversial, with options mentioned in case series reviews including surgery, sclerotherapy, immunosuppressants, or a combination of these. This case report discusses four patients: two neonates and two school-aged children, who experienced extrinsic airway compression. These patients were treated with intralesional sclerotherapy using bleomycin, and in two cases, this was combined with surgery. Given the extensive nature of the lesions, the rarity of life-threatening complications, and the combined treatment modalities, this report of these four patients is considered significant.

Keywords: Lymphangiomas, sclerotherapy, bleomycin.

Introducción

Los linfangiomas son lesiones benignas congénitas raras debidas al desarrollo anormal del sistema linfático[1]. Descritos por primera vez en 1828, actualmente el término "linfangioma o higroma quístico" está en desuso dando paso al término Malformación Linfática[2,3]. Entre las teorías planteadas para dar explicación a estas lesiones están: el bloqueo normal de los canales linfáticos primitivos, la alteración del drenaje linfático a la vena yugular o porque el tejido linfoide se establece en áreas erróneas[1,3].

La literatura describe una incidencia de 1 por cada 2000 a 4000 nacidos vivos. Nueve por ciento de los casos ocurren en niños sanos y 2 % en pacientes con anormalidades cromosómicas[2]. Las anomalías más frecuentes son el síndrome de Turner, el síndrome de Noonan y algunas trisomías[1]. El cuello es considerado el principal sitio de presentación en 80 % de los pacientes[4], sin embargo, puede aparecer en sitios como: axila, hombro, pared de tórax, lengua, pared abdominal y mediastino[1].

Histopatológicamente se clasifica en: capilar, cavernoso y quístico, esta última es la más frecuente. En base a sus características morfológicas se clasifican en microquísticos (diámetro menor a 1 cm) y macroquísticos (único o múltiple mayor de 1 cm)[3]. La manifestación clínica más frecuente es la presencia de una masa fluctuante, blanda, translúcida localizada en el triángulo posterior del cuello, aunque puede darse manifestaciones poco frecuentes pero que representan mayor gravedad como el compromiso de la vía aérea con clínica de estridor, apnea, cianosis y disnea[3]. La elección de tratamiento es aún controvertida, algunos métodos mencionados en revisiones de series de casos son la cirugía, escleroterapia, inmunosupresores o la combinación de ellos[2,3]. En niños con malformaciones de gran tamaño que puedan comprometer la vía aérea, estudios indican considerar realizar traqueostomía o procedimientos avanzados en el período perinatal como el procedimiento EXIT (Ex-utero intrapartum therapy)[9].

Debido a la gran extensión de las lesiones, a la poca frecuencia de complicaciones con peligro inminente para la vida y la combinación de modalidades de tratamiento, se consideró relevante el reporte de estos cuatro pacientes.

Presentación de casos

CASO 1

Paciente masculino, tres años, con antecedente de masa cervical desde el nacimiento intervenida quirúrgicamente con diagnóstico de "absceso retrofaríngeo" en otra casa de salud. Acude con cuadro clínico de masa cervical derecha, grande, renitente, tos, dificultad respiratoria y estridor inspiratorio de gran intensidad, durante la admisión sufre paro cardiorespiratorio por lo que ingresa a sala de cuidados intensivos pediátricos (UCI). Se demuestra la malformación linfática con la ecografía cervical y en ventilación mecánica se realizó esclerosis con bleomicina (1 U x Kg de peso corporal diluidos en 15 ml de solución salina 0.9 %). Evolucionó favorablemente con

disminución del tamaño de la masa y se extuba a las 48 horas. Ante la mejoría clínica se egresó con seguimiento frecuente y a los 30 días se realizó Angio tomografía axial computarizada que evidenció masa residual de menor tamaño, compatible con linfangioma quístico y trayecto retroesofágico que se extendía al lado contralateral y además, en relación a la glándula tiroides, lo que podría explicar la disfonía (figura 1). Se realizó nueva escleroterapia con bleomicina guiada por ecografía. A los 3 meses de la intervención la ecografía no encontró quistes residuales y se mantiene asintomático sin recidiva al año de seguimiento.

CASO 2

Paciente femenina de 2 años con antecedente de masa cervical posterior desde el nacimiento, intervenida quirúrgicamente a los 8 meses de edad para resección de "meningocele" en otro centro hospitalario y acude referida por aumento de volumen cervical progresivo a pesar de múltiples tratamientos antibacterianos y antifúngicos. Se evidencia eritema, alza térmica, dolor que no cede y dificultad respiratoria

Se realiza tomografía axial computarizada contrastada de cráneo y cuello donde se evidencia imagen compatible con linfangioma extenso con compromiso de la vía aérea por lo que se realiza escleroterapia con Bleomicina, egresó sin complicaciones a los 14 días. Sin recurrencias a los dos años de seguimiento (figura 2).

CASO 3

Paciente masculino, de dos días de edad que acude referido de otra provincia con muy extensa deformidad facial y cervical bilateral y compromiso grave de las vías aéreas y digestivas, pérdida de todos los reparos anatómicos, con ambos paquetes vasculonerviosos del cuello involucrados. Se realizó intubación endotraqueal con la guía de laringoscopio de fibra óptica y se decidió intervención quirúrgica urgente, previa comprobación con AngioTac del diagnóstico de malformación linfática, su extensión y relación con estructuras vecinas. (Figura 3A) Se realizó exéresis de grandes quistes linfáticos, desde el mediastino superior, y abarcando toda la región anterolateral del cuello en ambos lados, con una incisión en "Y", disecando ambos paquetes vasculonerviosos, la glándula tiroides, la tráquea y otras estructuras vitales de la zona. La lengua y la celda parotídea se respetaron y se trataron con escleroterapia con bleomicina para evitar dañar los nervios facial, hipogloso y glosofaríngeo. La celda parotídea y submandibular izquierda necesitó una nueva sesión de escleroterapia a los 21 días de ser operado. El resto del área quirúrgica evolucionó sin complicaciones. (Figura 3B) Se mantuvo alimentación por gastrostomía por tres meses mientras se mantuvo la rehabilitación por neurodesarrollo. En el seguimiento fue referido a los autores que el paciente fue internado en otra casa de salud de otra provincia por una infección broncopulmonar grave y falleció en consecuencia.

CASO 4

Recién nacido de un día de edad, masculino, que nace con diagnóstico previo de malformación linfática cervical y facial particularmente los triángulos submaxilar, submentoniano, vestíbulo de la boca y lengua, que se comprueba por clínica y AngioTac. Se realiza intubación endotraqueal para asegurar la vía aérea y se interviene quirúrgicamente, se realizó exéresis de macro quistes cervicales y escleroterapia de la base de la lengua con respuesta favorable estética y funcional. (Figura 4) Evolución sin recidiva a los cuatro años.

Discusión

Los linfangiomas son malformaciones del sistema linfático que pueden diagnosticarse en el periodo prenatal, neonatal o postnatal con ecografía[5]. La Resonancia Magnética o la Angiotomografía pueden ser necesarias en casos complejos para definir las relaciones con estructuras vecinas.

La resección de las lesiones era considerada el mejor tratamiento, pese a las recurrencias o a las complicaciones postquirúrgicas como fístulas o infecciones. Sin embargo, la terapia esclerosante en la actualidad es la primera elección para la conducta ante las malformaciones linfáticas. La remisión de lesiones tras el uso de escleroterapia con Bleomicina es mayor de 90 %[5].

La bleomicina es un antibiótico citotóxico, antitumoral con doble función, la primera es la degradación de ADN y por consiguiente efecto esclerosante sobre endotelio vascular lo que ha hecho que se la tome como parte del manejo en malformaciones linfáticas[7]. Entre los efectos adversos a considerar tras la aplicación de este agente esclerosante se encuentran la neumonitis intersticial, náuseas, vómitos, dermatitis flagelada, dolor en el lugar de administración e hipersensibilidad[8].

En los casos no complicados sin peligro para la vida, la escleroterapia guiada por ecografía se realiza de forma ambulatoria bajo sedación y analgesia en la sala de imagenología. De ser necesario se repite el procedimiento, en el protocolo de los autores, cada dos o tres meses por un máximo de cuatro ocasiones. Los macroquísticos excepcionalmente necesitan más de dos sesiones.

En enfermos complicados como los que se reportan en este trabajo, con problemas digestivos y respiratorios que ponen en riesgo la vida debido al efecto de masa compresiva la conducta debe ser individualizada[6]. Si las lesiones son demasiado extensas como en recién nacidos, pueden conllevar a procedimientos tipo EXIT (Ex-utero intrapartum therapy) que consiste en procurar la vía aérea intraparto mediante la oxigenación por circulación placentaria o extracorpórea[10]; o a la combinación de cirugía, inmunosupresores y escleroterapia[4].

En los pacientes neonatos que se reportan en este artículo, debido a la gran extensión y deformidad cervicofacial se optó por la exéresis quirúrgica, pero en las zonas que involucran estructuras vitales como paquetes vasculonerviosos, o funcionales como la lengua, se respetaron durante el acto quirúrgico y sus residuos fueron tratados con escleroterapia como método menos invasivo e igualmente efectivo. El resultado estético y funcional fue muy adecuado con esta estrategia de tratamiento.

Es muy relevante destacar la necesidad de mantener un alto índice de sospecha, sobre todo en neonatólogos y pediatras, para evitar confusiones diagnósticas como en dos de los pacientes que se reportan y con ello intervenciones no sólo ineficaces sino peligrosas y que complican la evolución de los niños.

Conclusión

Las malformaciones vasculares linfáticas son lesiones benignas, pero pueden poner en peligro la vida de los pacientes, sobre todo si no son diagnosticadas correctamente, donde la ecografía y la angio TAC juegan un papel relevante. No hay consenso para los protocolos terapéuticos y los agentes farmacológicos a emplear, no obstante, los autores consideran que la escleroterapia sola o combinada con cirugía, cuando se presentan niños con compromiso de la vía aérea, es el método de elección por su eficacia y seguridad.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener ningún tipo de conflicto de interés.

Contribución de autores

VC, MR,AMR, LM Concepción y diseño del trabajo.

VC, XV, EG, AMR Recolección de datos y obtención de resultados.

MD, LM Análisis e interpretación de datos.

VC, MR Redacción del manuscrito.

LM Revisión crítica del manuscrito.

ME Aprobación de su versión final

XV Aporte de paciente o material de estudio.

VC, MR, LM, AMR Obtención de financiamiento.

VC, MR Asesoría estadística.

VC, EG Asesoría técnica y administrativa

Figuras

Figura 1. Tomografía de cabeza y cuello con presencia de lesión de aspecto quístico, avascular a nivel de cuello, zonas II-IV.

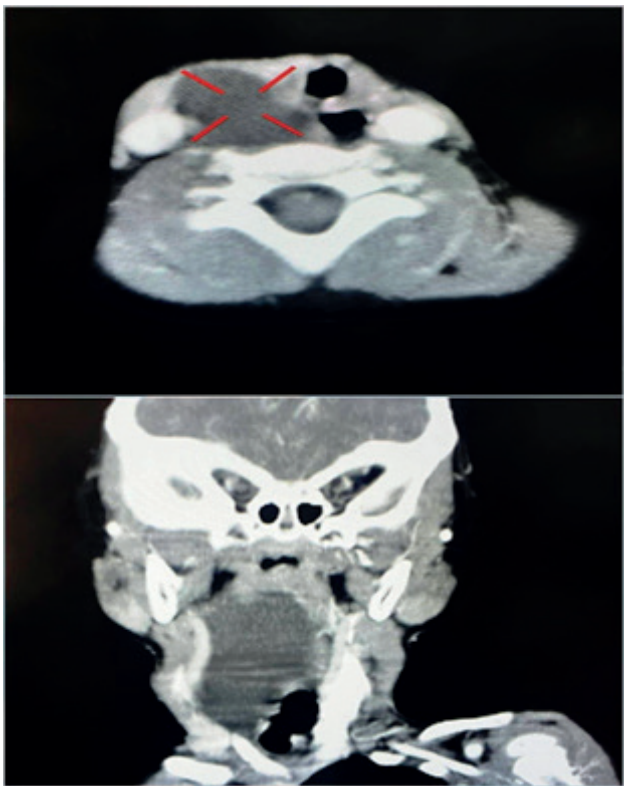


Figura 2: A. Paciente con masa cervical izquierda extensa. **B.** Paciente en consulta posterior a una sesión de escleroterapia.



Figura 3. A. Paciente con muy extensa deformidad facial y cervical bilateral. Reconstrucción en 3D de la TAC.



Figura 3B. Pre y postoperatorio inmediato.



Consideraciones éticas

Para estos reportes de casos se contó con el consentimiento informado por parte de los representante legales de los menores.

Figura 4. Evolución perioperatoria y resultado estético final.



Bibliografía

1. Grasso, D. L., Pelizzo, G., Zocconi, E., & Schleef, J. (2008). Lymphangiomas of the head and neck in children. Acta Otorhinolaryngologica Italica, 28(1), 17.
2. Lu, D., Wang, Y., Zeng, W., & Peng, B. (2015). Giant fetal lymphangioma at chest wall and prognosis: Case report and literature review. Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology, 54(1), 62–65. https://doi.org/10.1016/j.tjog.2014.11.009
3. García C., K., Reyes S., G., Petit-Breuilh S., V., & Alvo V., A. (2020). Malformaciones vasculares linfáticas de cabeza y cuello en pacientes pediátricos: revisión de la literatura. Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, 80(4), 554–561. https://doi.org/10.4067/s0718-48162020000400554
4. Guerra Macías, I. (Ed.). (2021). Revisión de la conducta quirúrgica del linfangioma quístico (Vol. 22, Número 1). Revista Cubana de Angiología y Cirugía Vascular. https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubangcirvas/cac-2021/cac211i.pdf
5. Galvez Ramirez Victoria, Medina Quevedo Milton, Cáceres Aucatoma Freud. (2021). Vista de Evaluación del tratamiento de linfangiomas con bleomicina en población pediátrica de 0 a 18 años. Revista HCAM, 20(2), 53–59. https://doi.org/10.36015/cambios.v20.n2.2021.353
6. Molino, J. A., Guillén, G., Peiró, J. L., García-Vaquero, J. A., Marhuenda, C., Carreras, E., Lloret, J., & Martínez-Ibáñez, V. (2010). Linfangioma quístico cervical: todavía un reto. Secipe.org. https://www.secipe.org/coldata/upload/revista/2010_23-3_147-152.pdf
7. Cuervo J. Malformaciones linfáticas: tratamiento percutáneo con bleomicina [Internet]. Available from: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-00752011000500008&script=sci_arttext&tlng=en
8. Asociación Española de Pediatría. Bleomicina | Asociación Española de Pediatría [Internet]. Available from: https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/bleomicina
9. Sierre S, Teplisky D, Lipsich J. Malformaciones vasculares: actualización en diagnóstico por imágenes y tratamiento [Internet]. Available from: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-00752016000200013&script=sci_arttext
10. Cruz-Martínez R, Méndez A, Pineda-Alemán H, Rebolledo-Fernández C. Técnica EXIT (Ex Utero Intrapartum Treatment): indicaciones, limitaciones, riesgos y evolución a la técnica de intubación traqueal fetal endoscópica (FETI). Ginecol Obstet Mex 2015;83:58-65

Para referenciar aplique esta cita:
Castro Palaguachi V, Rodríguez-Guerrero M, Marcano Sanz L, Endis Miranda M, Rodríguez-Guerrero AM, González Oliva E, Vélez Dávila X, Delgado Ponce ME. Malformaciones linfáticas cervicofaciales con compresión de la vía aérea. Reporte de cuatro casos. REV-SEP [Internet]. 30 de enero de 2025; 26(1):74-80. Disponible en: https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/268