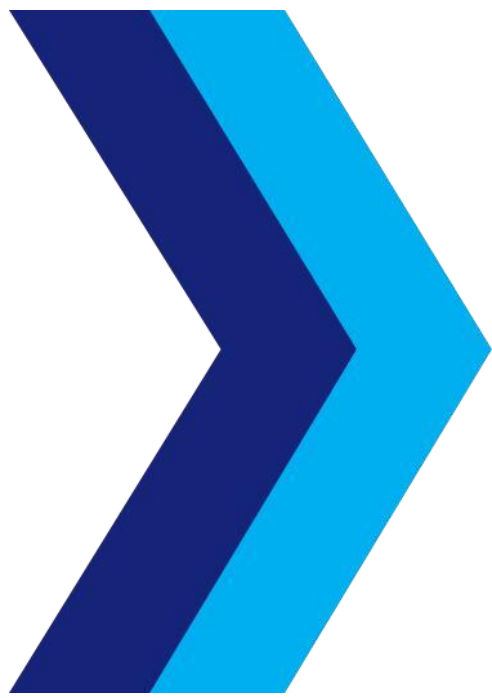


PERSISTENCIA DE RESIDUOS DE CEMENTO ENDODÓNTICO EN LA DENTINA INTRARRADICULAR TRAS DIFERENTES PROTOCOLOS DE LIMPIEZA



Persistence of Endodontic Cement Residue in Intraradicular Dentin After Different Cleaning Protocols

Ivana Daniela Mamani Colque (1a)
Jaime Bárcena Taco (1ab)
Gabriela Mariana Castro Nuñez (1ace)
Wilfredo Gustavo Escalante Otarola (1adf)

1 - Investigador independiente. Tacna, Perú
a - Cirujano Dentista
b - Magister en Docencia Universitaria y Gestión Educativa
c - Magister en odontología en el Área de Endodoncia
d - Magister en odontología en el Área de Periodoncia
e - Doctora en odontología, Área de Endodoncia
f - Doctor en odontología, Área de Periodoncia

RESUMEN

Objetivo: Determinar persistencia de residuos de cemento endodóntico Biocerámico en la dentina intrarradicular después de la aplicación de diferentes protocolos de limpieza.

Materiales y Métodos: Este estudio experimental utilizó 50 raíces de dientes bovinos, asignadas a cinco grupos de estudio: agua destilada (AD), solución experimental (SE), etanol (ET), acetato de amilo (AA) y acetona (AC). La persistencia de residuos y la apertura de túbulos dentinarios se evaluaron mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). El análisis estadístico se realizó mediante pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis/Dunn, $\alpha=0,05$).

Resultados: Se detectaron diferencias significativas en la apertura de túbulos dentinarios entre los grupos. Los grupos a los cuales se le etanol (ET) y la solución experimental (SE) como protocolo de limpieza generaron la mayor incidencia de túbulos abiertos ($p < 0,05$), aunque sin superar estadísticamente al grupo control (AD) ($p > 0,05$). En contraste, a los que se les aplicó el acetato de amilo (AA) y acetona (AC) se asociaron con la menor apertura de túbulos ($p < 0,05$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la persistencia global de residuos entre los grupos.

Conclusión: Aunque la eliminación total de residuos de cemento biocerámico sigue siendo un desafío y en el estudio no se mostraron diferencias significativas tras los diferentes protocolos, el etanol y la solución experimental ofrecen una eficacia superior en la preparación de la superficie adhesiva, evidenciada por la mejor calidad de la limpieza y la mayor apertura de los túbulos dentinarios.

Palabras clave: protocolos de limpieza, persistencia de residuos, solución experimental, túbulos dentinarios.

ABSTRACT

Objective: To determine the persistence of bioceramic endodontic cement residue in intraradicular dentin after the application of different cleaning protocols.

Materials and Methods: This experimental study used 50 bovine tooth roots, assigned to five study groups: distilled water (DW), experimental solution (ES), ethanol (ET), amyl acetate (AA), and acetone (AC). Residue persistence and dentinal tubul opening were evaluated using scanning electron microscopy (SEM). Statistical analysis was performed using non-parametric tests (Kruskal-Wallis/Dunn, $\alpha=0.05$).

Results: Significant differences in dentinal tubul opening were detected among the groups. The groups treated with ethanol (ET) and the experimental solution (SE) as cleaning protocols showed the highest incidence of open tubules ($p < 0.05$), although this was not statistically superior to the control group (AD) ($p > 0.05$). In contrast, the groups treated with amyl acetate (AA) and acetone (AC) were associated with the lowest tubul opening ($p < 0.05$). No statistically significant differences were observed in the overall persistence of residues between the groups.

Conclusion: Although the complete removal of bioceramic cement residues remains a challenge, and this study did not show significant differences after the different protocols, ethanol and the experimental solution offer superior efficacy in preparing the adhesive surface, as evidenced by the improved cleaning quality and greater opening of the dentin tubules.

Keywords: cleaning protocols, residue persistence, experimental solution, dentin tubules

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación de dientes con tratamiento endodóntico mediante postes de fibra de vidrio es un procedimiento restaurador altamente prevalente en la práctica odontológica, ofreciendo una solución biomecánicamente favorable para piezas con pérdida extensa de tejido coronario. Sin embargo, el éxito y la longevidad clínica de estas restauraciones dependen críticamente de una adhesión óptima entre el poste, el cemento de fijación y la dentina intrarradicular (1, 2).

Un factor determinante que compromete esta adhesión es la persistencia de residuos de cemento endodóntico (incluyendo el smear layer y restos de la desobturación) en la luz del conducto radicular previo a la cementación del poste (3,6-7). Estos residuos pueden actuar como barreras, afectando la penetración de los adhesivos, primers y/o bonding agents, resultando en microfiltración y fracaso del tratamiento a largo plazo (4,8).

A pesar de la importancia de esta etapa, la literatura científica aún no reporta un protocolo de limpieza o una sustancia Gold-Standard que garantice la remoción completa de estos residuos (1,9). Esta limitación es particularmente relevante en el contexto actual, dada la creciente popularidad de los cementos biocerámicos en el área de odontología, cuya composición puede generar residuos más resistentes a los protocolos de limpieza tradicionales.

Ante la necesidad de mejorar la fuerza de adhesión del poste de fibra de vidrio a la dentina intrarradicular, esta investigación propone una solución experimental novedosa como protocolo de limpieza posendodoncia. Esta solución combina principios activos con probada eficacia por separado: etanol por su uso común y deshidratación; acetona y acetato de amilo conocidos por sus propiedades disolventes sobre cementos endodónticos; y ácido cítrico al 10 % por su capacidad quelante para remover la capa de barrillo dentinario (2, 5,10).

Dada la limitada evidencia internacional y de estudios a nivel nacional que evalúen la eficacia de esta formulación combinada, el objetivo principal de la investigación es evaluar y comparar la persistencia de residuos de cemento endodóntico Biocerámico en la dentina intrarradicular, después de ser tratada con diferentes protocolos de limpieza. El objetivo del estudio fue evaluar la eficacia de diversos protocolos de limpieza intrarradicular sobre la persistencia de residuos de cemento endodóntico.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo bajo un enfoque cuantitativo con un diseño experimental, prospectivo, transversal y comparativo (11).

La población estuvo constituida por dientes bovinos,

de la cual se seleccionó una muestra de 50 dientes intactos.

- Criterios de Inclusión: Dientes bovinos sanos obtenidos por donación, con morfología radicular normal y sin evidencia de fracturas o fisuras.
- Criterios de Exclusión: Dientes con anomalías morfológicas (microdoncia, macrodoncia), raíces atípicas o ápices inmaduros (abiertos).

Los 50 dientes seleccionados fueron asignados aleatoriamente a cinco grupos experimentales (n = 10 por grupo), según el protocolo de limpieza intrarradicular aplicado: agua destilada, solución experimental (acetato de amilo, acetona, etanol al 95 % y ácido cítrico al 10 %), etanol al 95 %, acetona y acetato de amilo. Este estudio no requirió aprobación ética. La metodología siguió las directrices PRILE (12).

Preparación de las unidades experimentales

Se utilizaron cincuenta raíces de dientes bovinos, estandarizadas a una longitud de 15 mm desde el ápice. Las coronas fueron seccionadas utilizando discos diamantados a baja rotación y la longitud estandarizada se confirmó con una cortadora de tejido duro (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EE. UU.).

Tratamiento endodóntico

Se usó el sistema rotatorio. Sin embargo, se comenzó la lima K#10 (Maillefer, Petrópolis, RJ, BR) y luego de obtener el glyde-path y la permeabilidad apical con la lima K#15, se instrumentó y extendió hasta los conductos radiculares hasta la lima F5 (ProTaper; Dentsply, Ballaigues, SW) en una longitud de trabajo de 14 mm. El protocolo de irrigación consistió en: 5 ml de NaOCl al 2,5 % entre cada cambio de instrumento, 5 ml de EDTA al 17 % por 3 minutos e irrigación final con 5 ml de NaOCl al 2,5 %. Posteriormente, los conductos se obturaron utilizando cemento endodóntico Biocerámico.

Diseño experimental y protocolos de limpieza

Tras la obturación, los 50 especímenes se asignaron aleatoriamente a cinco grupos experimentales (n = 10) según el protocolo de limpieza intrarradicular a aplicar: Grupo 1 (G1), agua destilada (ADCo), utilizado como control negativo; Grupo 2 (G2), solución experimental (ExSo), compuesta por acetato de amilo, acetona, etanol al 95 % y ácido cítrico al 10 % en una proporción de 3:3:3:1; Grupo 3 (G3), etanol al 95 % (95Et); Grupo 4 (G4), acetona al 99 % (Acet); y Grupo 5 (G5), acetato de amilo (AcAm). Se preparó el espacio para el poste de fibra utilizando fresas Peeso n.º 3 y n.º 4, seguido de la broca calibradora n.º 1 (White Post DC; FGM, Joinville, SC, BR). La desobturación se llevó a cabo hasta el tercio cervical (12 mm).

La dentina del espacio protésico se limpió con un pincel (Microbrush; KG Sorensen) y un cepillo de limpieza de conductos radiculares (MKLife), ambos embebidos con la solución correspondiente a cada

grupo. La acción se realizó durante 10 segundos a 600 rpm y un torque de 5 N.cm. Finalmente, el conducto se irrigó con 10 ml de agua destilada, se aspiró y se secó con conos de papel absorbente.

Evaluación de la persistencia de residuos

Tras 24 horas de conservación a 37° C, las raíces se dividieron longitudinalmente. Una de las mitades se preparó para el análisis mediante microscopía electrónica de barrido (MEB).

- Preparación MEB: Los especímenes fueron metalizados con oro (MED 010, Balzers Union) y analizados con un microscopio (JSM 6060; Jeol Co., Tokio, Japón) a 20 kV.
- Evaluación: Se obtuvieron imágenes representativas con un aumento de 500x y 1500x.
- Criterios de clasificación: Dos examinadores independientes y previamente calibrados ($\kappa = 0,82$) evaluaron la persistencia de residuos de cemento y la incidencia de túbulos dentinarios abiertos, siguiendo la clasificación descrita por Kuga et al y Belizário et al (8,9), respectivamente.

Los datos se analizaron utilizando el programa IBM SPSS Statistics 25. Se aplicó estadística descriptiva (frecuencias relativas y absolutas) mediante tablas de frecuencia y tablas de contingencia. Las representaciones gráficas se realizaron con Microsoft Excel 2021.

RESULTADOS

El examen realizado mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), enfocado en la persistencia de residuos del cemento endodóntico biocerámico (Figura 1), no reveló diferencias estadísticamente significativas en la capacidad de limpieza entre los distintos protocolos aplicados ($p > 0,05$). A pesar de esta similitud estadística global, se observó una tendencia hacia una mayor persistencia de residuos en los especímenes tratados con acetona (AC), lo que indica que este agente fue el menos efectivo en la disolución y remoción del cemento biocerámico.

El análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor demostró que existe una diferencia significativa en el número promedio de túbulos dentinarios abiertos después de la aplicación de las diferentes sustancias (Tabla 1). Los resultados del conteo de túbulos expuestos indicaron que:

- Los protocolos que emplearon etanol (ET) y la solución experimental (EXP) mostraron la mayor incidencia de túbulos dentinarios abiertos ($p < 0,05$), lo que sugiere una mejor capacidad para la remoción de la capa de barrillo dentinario (smear layer). Sin embargo, al compararlos individualmente con el grupo control (agua destilada), no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

- Los grupos tratados con acetato de amilo (AA) y acetona (AC) registraron la menor cantidad de túbulos dentinarios abiertos ($p < 0,05$) (Figura 2). La eficacia del protocolo con acetato de amilo no difirió significativamente del protocolo control con agua destilada ($p > 0,05$).

La prueba Post-Hoc de Tukey confirmó diferencias significativas en el promedio de túbulos dentinarios abiertos al comparar directamente el protocolo de acetona (AC) con la solución experimental (EXP) y el etanol (ET) (Tabla 2).

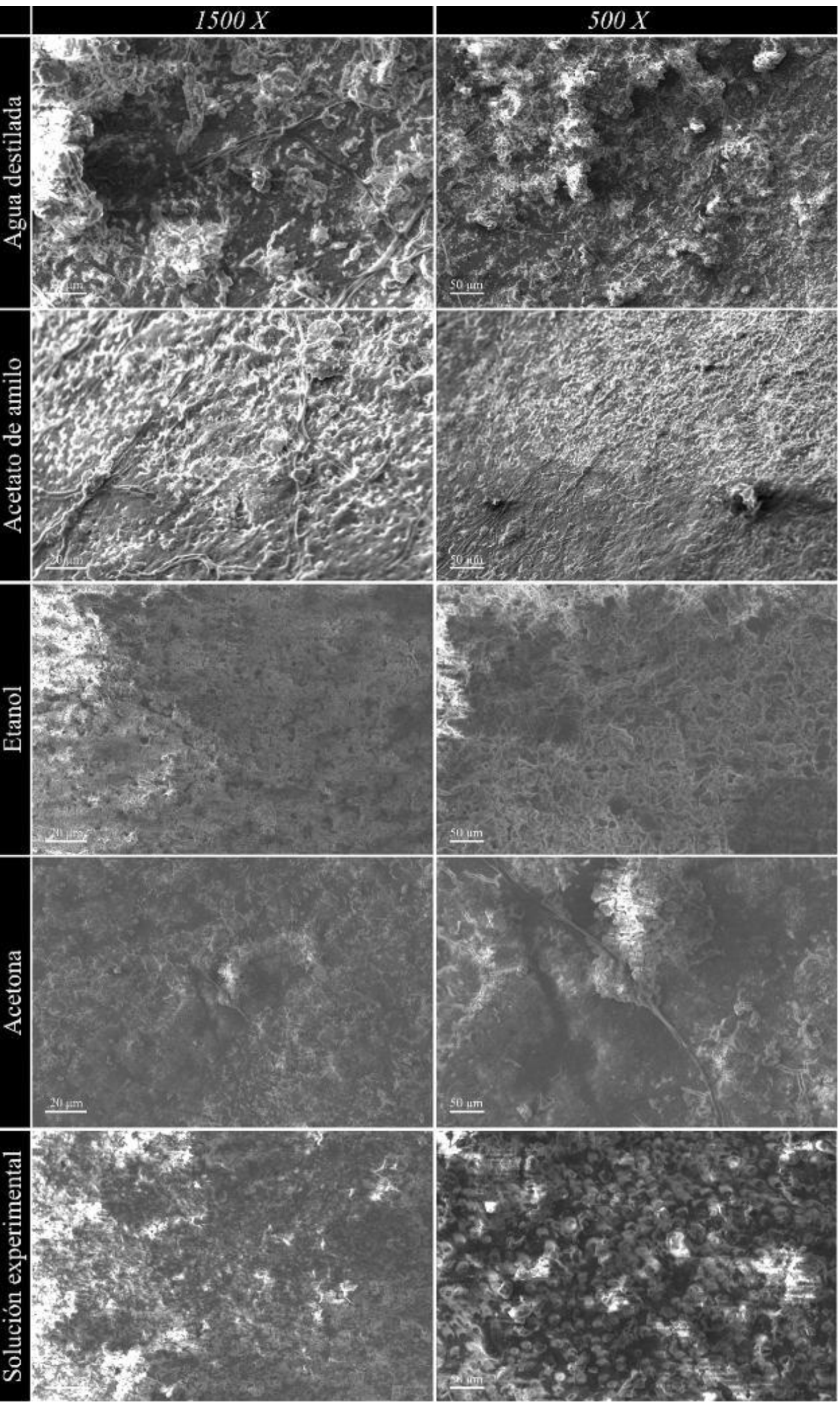


FIGURA 1: MICROGRAFÍAS DE MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB) QUE ILUSTRAN LA PERSISTENCIA DE RESIDUOS DE CEMENTO ENDODÓNTICO BIOCERÁMICO Y EL ESTADO DE LOS TÚBULOS DENTINARIOS EN LA DENTINA INTRARRADICULAR (MAGNIFICACIONES DE 500X Y 1500X) DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE LIMPIEZA

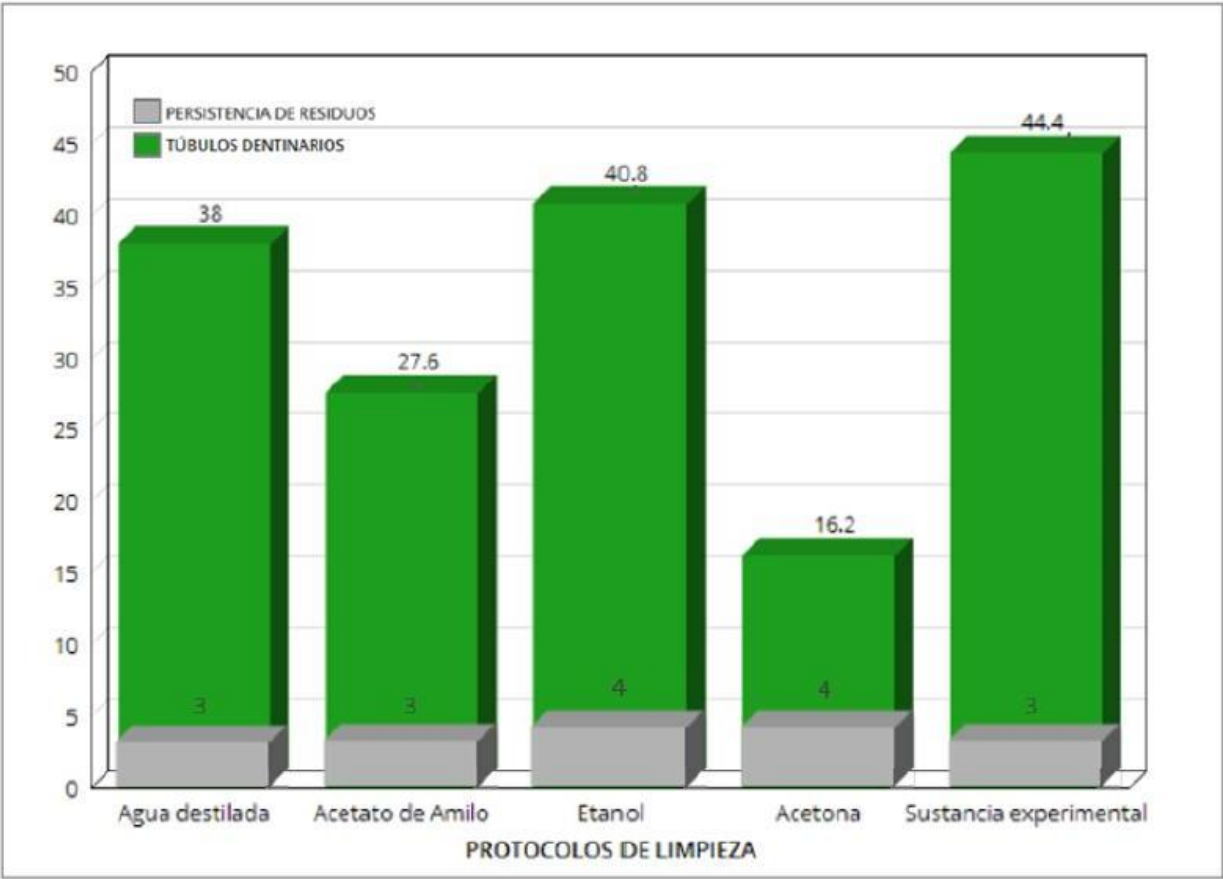


FIGURA 2: GRÁFICA DE BARRAS DE LA PERSISTENCIA DE RESIDUOS EN LA DENTINA Y CONTEO DE TÚBULOS DENTINARIOS INTRARRADICULARES

TABLA 1: TEST ESTADÍSTICO DE ANOVA APLICADO PARA EL CONTEO DE TÚBULOS DENTINARIOS

ANOVA de un factor (Welch)				
	n	gl1	gl2	p
Túbulos dentinarios	49,6	4	9,86	<,001

TABLA 2: POST-HOC DE TUKEY PARA EL CONTEO DE TÚBULOS DENTINARIOS

	AD	AA	ET	AC	EXP
Diferencia de medias	-	10,4	-2,80	21,8	-6,40
Valor p	-	0,003	0,770	<,001	0,095
Diferencia de medias			-13,20	11,4	-16,80
Valor p			<,001	0,001	<,001
Diferencia de medias			-	24,6	-3,60
Valor p			-	<,001	0,574
Diferencia de medias				-	-28,20
Valor p				-	<,001
Diferencia de medias					-
Valor p					-

DISCUSIÓN

La longevidad clínica de las restauraciones con postes de fibra de vidrio depende fundamentalmente de la calidad de la interfaz adhesiva, y un requisito indispensable es garantizar una superficie radicular libre de residuos del sellador (13,14). La persistencia de residuos de cemento endodóntico y de la capa de barrillo dentinario (smear layer) actúa como una barrera física que reduce la fuerza de unión y compromete la infiltración de los sistemas adhesivos en los túbulos dentinarios (15). Esto incrementa el riesgo de microfiltración, degradación de la interfaz adhesiva y el consecuente fracaso restaurador. Por lo

tanto, la optimización de los protocolos de limpieza es indispensable para asegurar una interfase adhesiva homogénea y resistente (16). La investigación abordó esta problemática mediante la evaluación de una solución experimental novedosa (EXP), centrándose en la remoción de residuos del cemento endodóntico biocerámico.

La reciente introducción y rápida adopción de los cementos biocerámicos en la práctica ha creado una brecha crítica en la literatura, limitando los estudios que evalúan su interacción con los solventes de limpieza. Esta falta de evidencia directa subraya la importante aportación causal del estudio.

En relación con el objetivo primario, el análisis de la persistencia de residuos de cemento biocerámico no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los protocolos evaluados. Este hallazgo sugiere que la resistencia intrínseca del cemento biocerámico a la disolución, sumada a la acción mecánica durante la desobturación, pudo haber limitado la capacidad de las soluciones químicas para generar una remoción superior. No obstante, el examen cualitativo observó una clara tendencia hacia una mayor persistencia de residuos en el grupo tratado con acetona (AC), lo cual es consistente con reportes previos (6,10) que ya señalaban la inferioridad de la acetona frente a otras soluciones para la eliminación de selladores.

En contraste con la persistencia de residuos, el análisis cuantitativo demostró que los protocolos que incorporaron etanol (ET) y la solución experimental (EXP) resultaron en la mayor incidencia de túbulos dentinarios abiertos, indicando una mejor capacidad para la remoción del smear layer y la capa orgánica. El rendimiento superior de la EXP se justifica por su diseño multicomponente, que combina solventes orgánicos con la acción quelante del ácido cítrico al 10 %, buscando maximizar la remoción de residuos orgánicos e inorgánicos. Este enfoque es respaldado por Zaniboni (2), quien afirmó que combinaciones a base de acetato de amilo, acetona y etanol son altamente eficaces, y por Belizario (8), quien destacó el valor de los agentes quelantes en la limpieza posendodoncia. Sin embargo, fue notorio que el rendimiento de ET y EXP no fuera estadísticamente superior al del grupo control (agua destilada), lo que subraya el rol crucial de la acción mecánica en el proceso de limpieza. Esta conclusión se refuerza con la prueba Post-Hoc de Tukey, que confirmó el bajo rendimiento de la acetona al demostrar una diferencia significativa en la apertura de túbulos cuando se compara con EXP y ET.

Nuestros resultados se alinean con Barros (1) al sugerir que el etanol y la solución experimental son eficaces en la reducción de residuos. No obstante, el hallazgo de la superioridad del etanol y la EXP frente a la acetona contrasta con estudios como el de Zaniboni (5), quien

reportó mayor cantidad de residuos con etanol. Estas discrepancias suelen atribuirse a variaciones metodológicas, como el tipo de cemento endodóntico, su composición específica o el tiempo de aplicación de los solventes.

A pesar de que la remoción total del cemento biocerámico sigue siendo un desafío, este estudio concluye que los protocolos a base de etanol y la solución experimental son una opción superior para la limpieza y apertura de los túbulos dentinarios en comparación con solventes puros. Por lo tanto, es fundamental que la comunidad científica continúe realizando investigaciones rigurosas que evalúen el impacto de estos protocolos de limpieza sobre la dentina intrarradicular que influirán en la durabilidad clínica del poste, a fin de establecer protocolos de limpieza clínicamente validados que aseguren la predictibilidad y longevidad de los tratamientos.

CONCLUSIONES

La investigación experimental concluye que, si bien la persistencia de residuos de cemento endodóntico biocerámico no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de tratamiento, la calidad de la limpieza de la superficie dentinaria sí varió. El etanol y la solución experimental fueron los protocolos más efectivos al generar la mayor apertura de los túbulos dentinarios, demostrando ser opciones superiores para la preparación de la interfaz adhesiva. En contraste, la acetona y el acetato de amilo ofrecieron un rendimiento inferior en este parámetro.

Se sugiere la continuidad de la investigación experimental a fin de seguir evaluando la eficacia de los diversos protocolos de limpieza en la reducción de residuos intrarradicales. El objetivo de esta investigación futura debe ser la identificación y validación de una solución química que optimice la remoción de los cementos biocerámicos, estableciendo así un protocolo de limpieza estandarizado e ideal para la práctica clínica. Asimismo, se recomienda la realización de estudios in vitro o ex vivo enfocados en el impacto de las soluciones de limpieza utilizadas en la porción apical del conducto radicular. Es crucial determinar si estos agentes provocan una disolución indeseada o alteración en la gutapercha remanente, evaluando así la seguridad de los protocolos propuestos a nivel del sellado apical.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barros A, Raimundo AP, Otto FG; et al. "Influencia del uso de una solución mixta de cantidades iguales de acetato de amilo, acetona y etanol en la limpieza de residuos de selladores endodónticos y en la fuerza de unión del sistema de post-cementación de fibra: una investigación de laboratorio". The Open Dentistry Journal. 2024;18.doi: 10.2174/0118742106279970240225220456

2. Zaniboni J , et al. "Efectos de limpieza y microestructurales del acetato de amilo en la dentina de la cámara pulpar impregnada con sellador endodóntico a base de resina epoxi" . J Esthet Restor Dent . 2022 ; 34 (8) : 1282-1289 . doi: 10.1111/jerd.12966
3. Manzoli T, Zaniboni J, Besegato J, Guiotti F, Dantas A, Kuga M. Efectos de unión de los protocolos de limpieza y momento del grabado ácido en dentina impregnada con sellador endodóntico. Restaurador Dent Endod. 2022 abril;47(2):e21. <https://doi.org/10.5395/rde.2022.47.e21>
4. Fucong T, et al. "Efectos de la limpieza de la superficie de la dentina sobre la adhesión de un adhesivo de autograbado a la dentina contaminada con sellador del conducto radicular". Journal of Dentistry, 2021,Volumen 112. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103766>.
5. Zaniboni J, et al. Impacto de los protocolos de limpieza para eliminar residuos de selladores endodónticos en la interfaz adhesiva: unión con sistemas adhesivos universales . J Esthet Restor Dent . 2022 ; 34 (7) : 1077-1084 . doi: 10.1111/jerd.12924
6. De Oliveira E, Cecchin D, Miyagaki DC, de Moura ALC, Disarz A, Souza M. Efecto de diferentes protocolos de eliminación de eugenol sobre la fuerza de unión entre el poste de fibra y la dentina radicular. Aust Endod J. 2019 Aug;45(2):177-183. doi: 10.1111/aej.12304.
7. Badra H, Ghonimy F. Efecto del protocolo de limpieza del espacio posterior sobre la resistencia de la unidad del poste de fibra compuesta: un estudio invitro. Revista dental canadiense Ahram , 2024; 3(1): 16-26. doi: 10.21608/acdj.2024.242476.1010
8. Belizario L, et al. Efecto de diferentes irrigantes sobre la interfaz adhesiva e influencia sobre la fuerza de expulsión de los postes de fibra. Oper Dent 1 de septiembre de 2022; 47 (5): E211-E221. doi: <https://doi.org/10.2341/21-038-L>
9. Kuga M, et al. Persistencia de residuos de cemento resinoso en dentina tratada con diferentes protocolos de eliminación química. Microscopía. Res. Tech., 75: 982-985. <https://doi.org/10.1002/jemt.22023>
10. Devroey S. La eficacia de diferentes protocolos de limpieza para la cavidad de acceso contaminada con sellador. Clin Oral Invest 24 , 4101–4107 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03283-8>
11. Sampieri H. Metodología De La Investigación.6ta ed México D.F.: McGraw Hill, 2014.
12. Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, et al. Directrices PRILE 2021 para la presentación de informes de estudios de laboratorio en endodoncia: Un desarrollo consensuado. Int Endod J 2021; 54(9): 1482-90.
13. Kuga M, et al. Persistencia de residuos de selladores a base de epoxi en dentina Tratado con diferentes protocolos de eliminación química. SCA, 35: 17-21. <https://doi.org/10.1002/sca.21030>
14. Da Silva T, et al. La fuerza de unión del material de obturación a la dentina está influenciada positivamente por la agitación de las soluciones de irrigación final endodónticas. Iran Endod J. 2024;19(2):112-119. doi: 10.22037/iej.v19i2.43108

15. Zaniboni J, et al. Formación de capa híbrida y fuerza de unión a la dentina impregnada con sellador endodóntico después de protocolos de limpieza. Journal of Conservative Dentistry 24(2):p 179-183, marzo-abril de 2021. | DOI: 10.4103/jcd.jcd_14_21
16. Hai-Ling Z, et al. Fuerza de unión microtensil a la dentina contaminada con sellador después de usar diferentes protocolos de limpieza. Journal of Dental Sciences, 17(1):p 122-127, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.05.016>.
17. Orlando A, et al. Efecto de los disolventes de gutapercha sobre la resistencia de la unión posterior de la fibra de vidrio a la dentina del conducto radicular, Journal of Oral Science, 2014, 56 (2), páginas 105-112. <https://doi.org/10.2334/josnusd.56.105>
18. Roberts S, et al. La eficacia de diferentes protocolos de eliminación de selladores en la adhesión de adhesivos de autograbado a la dentina contaminada con AH Plus. Journal of Endodontics, 35(4):p: 563-567. 2009. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.01.001>.
19. Fucong T, et al. Efectos de la limpieza de la superficie de la dentina sobre la adhesión de un adhesivo de autograbado a la dentina contaminada con sellador del conducto radicular. Journal of Dentistry, 112(1). 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103766>.

Financiamiento

Financiado por los Fondos del Canon, Sobre canon y Regalías Mineras – 2021-I a través del Fondo Concursable Financiamiento de Proyectos de Investigación, Desarrollo Experimental e Innovación

Conflictos de interés Ninguno

Correspondencia ivana18mam@gmail.com

Ivana Daniela Mamani Colque

<https://orcid.org/0000-0001-6991-2612>

Jaime Bárcena Taco

<https://orcid.org/0000-0003-3082-3369>

Gabriela Mariana Castro Nuñez

<https://orcid.org/0000-0002-2586-541X>

Wilfredo Gustavo Escalante Otarola

<https://orcid.org/0000-0003-4879-3938>

Fecha De Recepción: 01-10-2025

Arbitrado Por Pares

Fecha De Aprobación: 01-12-2025

Fecha De Publicación: 29-12-2025