

Evaluación comparativa de la resistencia a la compresión de tres materiales restauradores utilizados en odontología pediátrica

Comparative evaluation of compressive strength of three restorative materials employed in pediatric dentistry

Recibido: 14/11/2022
Aceptado: 21/11/2022

Resumen

Raquel Ramírez Báez
orcid 0000-0002-9166-9740

Especialista en Odontología Pediátrica, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

Raúl Márquez Preciado
orcid 0000-0003-2629-8733

José Arturo Garrocho Rangel
orcid 0000-0001-9123-0300

Miguel Ángel Rosales Berber
orcid 0000-0003-3450-0444

Docente en la especialidad en Odontología Pediátrica, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

Luis Octavio Sánchez Vargas
orcid 0000-0003-1020-1116

Docente en el Laboratorio de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

Marine Ortiz Magdaleno
orcid 0000-0001-9615-5565

Docente en la especialidad en Estética, Cosmética, Restaurativa e Implantología, Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

Objetivo: El propósito de este estudio comparativo in vitro fue comparar la resistencia a la compresión de tres materiales restauradores utilizados frecuentemente en odontopediatría.

Material y métodos: Un total de 270 especímenes (n=90 por grupo) de los materiales restauradores Cention N®, EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® fueron elaborados de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se evaluó la resistencia a la compresión a una velocidad de cruceta de 0.75±0.30 mm/min a lo largo del eje longitudinal de los especímenes utilizando la máquina universal de ensayos posterior a 24, 48 y 72 horas de almacenamiento a partir de su elaboración. Los especímenes se almacenaron 37°C con una humedad relativa de 50±10%. Los datos fueron analizados estadísticamente con las pruebas de ANOVA de una vía y Kruskal-Wallis.

Resultados: Posterior a los tres periodos de almacenamiento, Cention N® obtuvo los valores más altos (166.2±36.3 MPa a 24 horas, 153.8±40.2 MPa a 48 horas y 167.3±36.2 MPa a 72 horas) versus EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® (p<0.05). Entre EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® no se obtuvo diferencia significativa (p>0.05). Los valores de resistencia a la compresión se incrementaron solo en EQUIA Forte® Fil sin diferencia significativa posterior a 24, 48 y 72 horas (p>0.05).

Conclusión: Cention N® obtuvo los valores más altos de resistencia a la compresión posterior a 24, 48 y 72 horas de almacenamiento, lo que puede representar un mejor comportamiento clínico y mecánico de este material restaurador.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, Materiales restauradores, Dientes deciduos, Propiedades mecánicas.

Citar como Ramírez R, Márquez R, Garrocho J, Rosales M, Sánchez L, Ortiz M. Evaluación comparativa de la resistencia a la compresión de tres materiales restauradores utilizados en Odontología pediátrica. *Odontol Pediatr* 2022;21 (2); 14 - 22.

Abstract

Objective: The aim of this in vitro comparative study was to compare the compressive strength of three different filling restorative materials that are frequently used in pediatric dentistry.

Materials and methods: A total of 270 specimens (n=90 per group) of Cention N®, EQUIA Forte® Fil, and Riva Light Cure HV® were prepared following the manufacturer's instructions. The compressive strength was tested using a crosshead speed of 0.75 ± 0.30 mm/min along the long axis of the specimens by means of a universal test machine. The tests were performed on the specimens after 24, 48, and 72h of storage at 37°C, with a relative air humidity of $50 \pm 10\%$. Data were statistically analyzed using the one-way ANOVA and Kruskal-Wallis tests.

Results: After the three periods of evaluation, Cention N® exhibited higher mean values (166.2±36.3 MPa at 24h, 153.8±40.2 MPa at 48h and 167.3±36.2 MPa at 72h) than EQUIA Forte® Fil and Riva Light Cure HV® ($p < 0.05$). Between EQUIA Forte® Fil and Riva Light Cure HV® there was no significant difference ($p > 0.05$). Compressive strength values increased only in EQUIA Forte® Fil with no significant difference after 24, 48 and 72 h.

Conclusions: Cention N® showed the highest compressive strength values after 24, 48 and 72h of storage, which means that it can provide better clinical performance and mechanical behavior.

Key words: Compressive strength; Restorative materials; deciduous teeth; Mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

LDurante la infancia, la caries dental es la enfermedad crónica mas frecuente, las bacterias destruyen los tejidos duros del diente causando la formación de cavidades con diferentes dimensiones cuando estas no son detectadas y restauradas a tiempo. Los dientes deciduos son temporales, sin embargo esto no significa que no deban de restaurarse, al contrario, es necesario eliminar las lesiones cariosas y mantener los dientes deciduos sanos hasta su proceso de exfoliación natural¹.

Para la restauración de cavidades clase I, II o V en dientes deciduos, el comportamiento mecánico de los materiales restauradores es una de las propiedades mas importantes para su selección. La investigación e innovación de los materiales restauradores busca simplificar las técnicas de los procedimientos restauradores con materiales de relleno que sean rápidos y faciles de aplicar, reduciendo el tiempo y mejorando el comfort del paciente^{2,3}.

El procedimiento de remoción de lesiones cariosas es uno de los tratamientos realizados cotidianamente en odontología pediátrica, y la selección del material restaurador se realiza de acuerdo a su comportamiento biológico y sus características físico-mecánicas, las cuales determinan el pronóstico y longevidad de las restauraciones dentales. En la actual práctica dental, las compañías ofrecen diferentes materiales de relleno para restauraciones en dientes deciduos, enfocado en su posible acción terapéutica, su comportamiento en superficies de dentina desmineralizada y en mejorar sus propiedades mecánicas⁴. La resistencia a la compresión (RC) es una de las propiedades más importantes de los materiales restauradores. Diversos estudios *in vitro* emplean el ensayo de RC, ya que representa una manera de simular la función del material de relleno en la cavidad oral y el proceso al que se someten los materiales para soportar las fuerzas masticatorias, sin embargo, aún no está claro como la RC de los materiales de relleno se comporta mecánicamente en el transcurso del tiempo posterior a su colocación en la cavidad⁵⁻⁸. El ensayo de RC mide la resistencia del material restaurador a las fuerzas de masticación, es el único ensayo de resistencia especificado en la Organización Internacional de Normalización para los IV^{9,10}. Estudios han reportado que los valores de RC comienzan sufrir cambios posterior a su colocación en el diente, demostrando que el máximo incremento gradual de los valores de RC se logra posterior a un mes⁶, otros estudios han reportado obtener un valor estable hasta posterior a 24 horas¹¹.

Entre los materiales de relleno utilizados diariamente en la consulta clínica están las resinas convencionales que poseen un excelente comportamiento clínico y estético. Sin embargo, el procedimiento de colocación de una resina requiere un protocolo sensible y complejo, y el grado de contracción por polimerización es un problema que se ha minimizado pero no se ha resuelto completamente¹².

Por casi cinco décadas, uno de los materiales restauradores más populares son los ionómeros de vidrio (IV)^{13,14}, que clínicamente exhiben beneficios por su acción terapéutica en dentina desmineralizada por la liberación de flúor, reduciendo la incidencia de caries secundaria. El IV es curado a través de una reacción ácido-base y su coeficiente de expansión es cercano al de los tejidos dentales, por lo que es utilizado como un material restaurador alternativo a las amalgamas¹⁵⁻¹⁷.

Para mejorar sus propiedades físicas y químicas como su tenacidad y fragilidad, las compañías han desarrollado los cementos de IV modificados con resina (IVMR)^{9,18}. Las características y propiedades mecánicas de los IVMR han mejorado por la incorporación de componentes que contienen metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA), que incrementan la liberación de flúor¹⁹⁻²¹, su reacción de fraguado es a través de una reacción ácido-base y polimerización^{22,23}. La composición química del polvo es la misma que un IV convencional y la fase líquida está compuesta por ácido policarboxílico, HEMA y agua^{24,25}. Estudios han reportado que los IVMR han demostrado un mayor éxito clínico comparado con las resinas convencionales²⁶⁻²⁹.

Actualmente, los IV, IVMR y resinas son los materiales comúnmente utilizados en tratamientos restaurativos de dientes deciduos³⁰. Sin embargo, la decisión en la selección entre estos materiales restauradores de relleno en pacientes pediátricos aún es un reto debido a que no está claro su aplicación y las indicaciones de cada material, así como su comportamiento mecánico en el transcurso del tiempo posterior a su aplicación³¹. Por lo tanto, el objetivo de este estudio *in vitro* fue comparar la resistencia a la compresión de tres materiales restauradores utilizados en odontopediatría.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un total de 90 especímenes de cada material restaurador fueron elaborados por un solo operador, de acuerdo con las instrucciones de fabricante de cada material a temperatura ambiente.

La características y composición química de cada material restaurador se describen en la tabla 1.

Los especímenes fueron preparados en moldes cilíndricos con dimensiones estandarizadas siguiendo las especificaciones de la Asociación Dental Americana (4 cm de diámetro y 6 mm de altura) (Figura 1A, 1B)³². Se fotocuraron los materiales por 30 segundos (Valo®, Ultradent, USA) y el exceso de material fue eliminado con papel abrasivo.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

El ensayo de RC se realizó posterior a 24, 48 y 72 horas de su polimerización, se utilizó la maquina de ensayos universales (Autograph Serie AG-I, Shimadzu), a una velocidad de cruceta de 0.75 ± 0.30 mm/min hasta que los espécimenes se fracturarán. Se registró la fuerza máxima aplicada cuando el espécimen se fracturó y se calcularon los valores media de RC en megapascales (MPa), utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \text{Fuerza/superficie}$$

$$\text{Resistencia a la compresión} = \text{N/mm}^2$$

Teniendo en cuenta el diámetro de la probeta, la fórmula para obtener la superficie sobre la que actuó la fuerza fue: $\text{Superficie} = \pi * r^2$

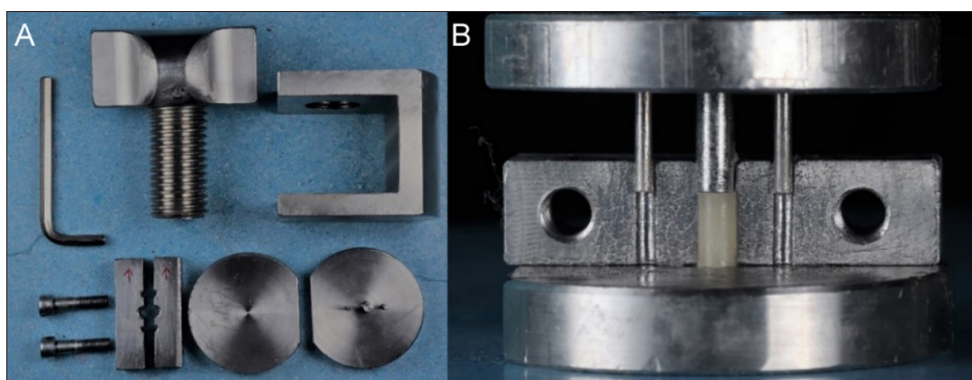


Figura 1. Mordazas y moldes elaborados para la fabricación de los especímenes (A). Especímenes cilíndricos elaborados con los materiales restauradores (B)

Tabla 1. Especificaciones de los materiales restauradores utilizados en este estudio

Material restaurador	Compañía	Especificaciones	Número de lote
Cention N®	IVOCAR VIVADENT (Schaan, Liechtenstein)	Resina autocurable, material de relleno para dientes posteriores	Z029N1
EQUIA Forte® Fil	GC Corporation (Tokyo, Japan)	Material restaurador bulk fill de vidrio híbrido	2110151
Riva Light Cure HV®	SDI Limited (Bayswater, Victoria, Australia)	Ionómero de vidrio reforzado con resina de alta viscosidad	K2202009EA

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron pruebas de normalidad de la distribución de los datos a través del test de Shapiro-Wilk y pruebas de homogeneidad de varianzas a través de la prueba estadística de Levene. Cuando los valores siguieron una distribución normal, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía y en caso de que no siguieron una distribución normal el análisis empleado fue la prueba Kruskal-Wallis. Posterior a estas pruebas, se llevaron a cabo procedimientos de comparación múltiple (Tukey o Siegel y Castellan), el nivel de significancia fue de 0.05.

RESULTADOS

La tabla 2 muestra los valores de la RC obtenidos. Posterior a 24 horas, Cention N® obtuvo mayores valores de RC versus EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® ($p < 0.05$); entre EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® no existió diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Posterior a 48 horas de almacenamiento, los valores de RC de Cention N® también fueron mayores versus EQUIA Forte® Fil and Riva Light Cure HV® ($p < 0.05$); entre EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$).

En el último período de almacenamiento posterior a 72 horas, los valores de RC fueron similares a las 24 y 48 horas de almacenamiento, Cention N® obtuvo los valores más altos de RC versus EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® ($p < 0,05$); EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® no mostraron diferencia significativa ($p > 0,05$) en los valores de RC.

Los valores de RC aumentaron en EQUIA Forte® Fil sin diferencia significativa posterior a 48 y 72 horas de almacenamiento ($p > 0,05$). En los especímenes de Cention N® los valores de RC disminuyeron a las 48 horas y aumentaron a las 72 horas sin diferencia significativa ($p > 0,05$). Por último, en los especímenes del material restaurador Riva Light Cure HV® los valores de RC aumentan a las 48 horas y disminuyeron posterior a 72 horas de almacenamiento sin diferencia significativa con los periodos previos ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

La RC de los materiales restauradores en odontología pediátrica es una de las propiedades mecánicas primarias más importantes debido a que sustituyen la estructura dental perdida y deben resistir las fuerzas masticatorias, así como restaurar las propiedades biológicas y funcionales de los dientes afectados³³.

Tabla 2. Comparación de los valores de RC de Cention N®, EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® posterior 24, 48 and 72 horas de almacenamiento

Material restaurador	(MPa ± DS) RIQ		
	24 horas	48 horas	72 horas
Cention N®	166.2±36.3* 79.3-249.7	153.8±40.2* 55.0-218.6	167.3±36.2* 78.3-240.5
Riva Light Cure HV®	96.4±22.5 44.5-136.8	97.0±23.1 52.2-141.0	85.3±30.1 57.7-131.3
EQUIA Forte® Fil	78.0±23.0 38.8-131.3	81.1±34.2 16.9-152.4	96.4±15.3 30.3-160.9

DS: Desviación estandar, RIQ: rango intercuartil

*Indica diferencia estadísticamente significativa entre Cention N® versus el resto de los materiales restauradores ($p < 0.05$)

El presente estudio comparó la RC de tres materiales de restauración utilizados frecuentemente en odontología pediátrica. Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que el material restaurador Cention N® obtuvo valores más altos de RC versus EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV® posterior a 24, 48 y 72 horas de almacenamiento, solo EQUIA Forte® Fil obtuvo un aumento de los valores de RC posterior a 24, 48 y 72 horas de almacenamiento sin mostrar diferencia significativa.

Cention N® es un material restaurador de "alcalites capaz de liberar iones de fluoruros³⁴. La empresa fabricante de Cention N® recomienda que si el diente se restaura sin la colocación de sistema adhesivo, la preparación de la cavidad se debe de realizar de forma similar que una restauración con amalgama, es decir con superficies retentivas³⁵. Los resultados del presente estudio concuerdan con el estudio de Sadananda y col.¹⁴ quienes reportaron altos valores de RC de Cention N® comparado con otros materiales de restauración. Verma y col.³⁵ demostraron mejor comportamiento de las propiedades mecánicas de Cention N® en comparación con el IV (Fuji Type IX, GC, Japón).

Además, Hiremath y col.³ reportaron que Cention N® puede utilizarse para sustituir restauraciones de amalgama. Mishra y col.³⁶ explican que el mejor rendimiento de la RC de Cention N® podría atribuirse a la composición del monómero que contiene dimetacrilato de uretano (UDMA), que aumenta la resistencia a la flexión.

En este estudio, el material restaurador Riva Light Cure HV® obtuvo los valores más altos de RC después del material Cention N®. Rêgo y col.³⁷ compararon las propiedades mecánicas de Ketac Nano® (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) y Riva Light Cure®, demostraron que no había diferencias estadísticamente

significativas entre ambos materiales. Los resultados del presente estudio mostraron que EQUIA Forte® Fil mostró un incremento de los valores de la RC posterior a 24, 48 y 72 horas de almacenamiento, una posible explicación de este resultado es debido a su agente de recubrimiento agregados que contribuye a una mayor resistencia a las fuerzas mecánicas. EQUIA Forte® Fil es un ionomero de vidrio de alta viscosidad; tiene excelente adhesión al esmalte y a la dentina sin acondicionamiento, y puede utilizarse en pequeñas cavidades de Clase II.

Diversos estudios han demostrado que EQUIA Forte® Fil posee mejores propiedades mecánicas, como resistencia a la tracción y flexión que Fuji® Type IX (GC, Japón).⁴⁰ Al-Tae y col.³⁸ evaluaron a los materiales restauradores EQUIA Forte® Fil, Fuji® Type IX (GC, Japón) y Ketac Fil Plus Aplicap® (3M ESPE, Alemania), posterior a 1 y 30 días de almacenamiento en saliva artificial a 37°C, EQUIA Forte® Fil obtuvo los valores más altos de RC posterior a 1 día (216.4±18.1 MPa) y 30 días (186.6±11.7 MPa) de almacenamiento. Además, EQUIA Forte® Fil contiene partículas de vidrio ultrafinas que favorecen una mayor reticulación y mejoran la resistencia al desgaste y la solubilidad, en comparación con los IV convencionales^{39,40}. Pires y col.³¹ realizaron una revisión sistemática y recomendaron a los odontólogos pediátricos evitar los IV convencionales en dientes deciduos debido a su mayor riesgo de fracaso con respecto a otros materiales de restauración; la decisión de qué material utilizar debiera utilizarse en función de las características clínicas de cada caso individual.

Los diferentes parámetros utilizados y las diferentes metodologías de cada estudio in vitro representan una limitación en la estandarización de resultados para los valores de RC de los materiales restauradores. Una de las principales limitaciones de este estudio fue la evaluación de la RC a corto plazo,

por lo que es necesario comparar los valores de RC en tiempos de almacenamiento más prolongados para determinar su longevidad clínica. Por otro lado, es necesario la aplicación de cargas cíclicas y ensayos de fatiga sobre los materiales restauradores para simular las fuerzas masticatorias durante los ensayos mecánicos.

Es necesario que los odontólogos pediátricos seleccionen el material restaurador correcto no sólo por su capacidad para sustituir el tejido dental perdido, es importante conocer las propiedades mecánicas del material restaurador para obtener los mejores resultados clínicos y se minimizar los fallos a corto y largo plazo.

CONCLUSIONES

Los valores de la RC representan un parámetro del comportamiento mecánico in vitro de los materiales restauradores. El material restaurador Cention N® obtuvo valores de RC significativamente más altos que los materiales EQUIA Forte® Fil y Riva Light Cure HV®

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Corrêa-Faria P, Paixão-Gonçalves S, Paiva SM, Pordeus IA. Incidence of dental caries in primary dentition and risk factors: a longitudinal study. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):59. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2016.vol30.0059>.
2. Iftikhar N, Devashish, Srivastava B, Gupta N, Ghambir N, Rashi-Singh. A comparative evaluation of mechanical properties of four different restorative materials: an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2019;12(1):47-49. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1592>.
3. Hiremath G, Horati P, Naik B. Evaluation and comparison of flexural strength of Cention N® with resin-modified glass-ionomer cement and composite - An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2022;25(3):288-291. DOI: 10.4103/jcd.jcd_627_21.
4. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater* 2000; 16:33-40. DOI:10.1016/s0109-5641(99)00082-2.
5. Craig R.G. Mechanical properties. *Restorative Dental Materials*, 10.ed., Mosby, St. Louis, 1997, pp. 56-103.
6. Molina GF, Cabral RJ, Mazzola I, Lascano LB, Frencken JE. Mechanical performance of encapsulated restorative glass-ionomer cements for use with Atraumatic Restorative Treatment. *J Appl Oral Sci.* 2013;243-249. DOI: 10.1590/1679-775720130129.
7. Wang L, D'Alpino PH, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci.* 2003;11(3):162-167. <https://doi.org/10.1590/s1678-77572003000300002>.
8. Crisp S, Lewis BG, Wilson AD. Characterization of glass-ionomer cements. I. Long-term hardness and compressive strength. *J Dent.* 1976; 4:162-166. DOI: 10.1016/03005712(76)90025-7.
9. Yamazaki T, Schricker SR, Brantley WA, Culbertson BM, Johnston W. Viscoelastic behavior and fracture toughness of six glass-ionomer cements. *J Prosthet Dent.* 2006;96(4):266-272. DOI: 10.1016/j.prosdent.2006.08.011.
10. Sinem B, Hazal Ö, Mine K, Figen S. Assesment of the compressive strength of the current restorative materials. *Pediatric Dental Journal.* 2021;31(1):80-85. DOI: 10.1016/j.pdj.2020.12.007.
11. Nicholson JW. Maturation processes in glass-ionomer dental cements. *Acta Biomater Odontol Scand.* 2018;4(1):63-71. <https://doi.org/10.1080/23337931.2018.1497492>.
12. Randolph L.D., Palin W.M., Leloup G., Leprince J.G. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. *Dent Mater.* 2016;32(12):1586-1599. DOI: 10.1016/j.dental.2016.09.034.
13. Peric T, Markovic E, Markovic D, Petrovic B. Meta-analysis of in-vitro bonding of glass-ionomer restorative materials to primary teeth. *Materials (Basel).* 2021;14(14):3915. DOI:10.3390/ma14143915.
14. Sadananda V, Bhat G, Hegde NM. Comparative evaluation of flexural and compressive strengths of bulkfill composites. *Int. J Adv Sci Res.* 2017; 1:12231.
15. Bueno L, Silva R, Magalhaes A, Navarro M, Pascotto R, Buzalaf MAR, Nicholson JW, Sidhu SK, Borges AFS. Positive correlation between fluoride release and acid erosion of restorative glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2019; 35(1):135-143. DOI: 10.1016/j.dental.2018.11.007.
16. Klink T, Daboul A, Turek A, Frankerberger R, Hickel R, Biffard R. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field. *Trials.* 2016; 17: 239. <https://doi.org/10.1186/s130616-1339-8>.
17. Lakshmi S, Sahana S, Kumar A, Prasad G, Bezawada S, Deepika M. Atraumatic restorative treatment vs. Hall technique for occluso proximal lesions in primary dentition-an in vivo study. *J Clin Diagnostic Res.* 2018;12(2):9-13.
18. Sikka N, Brizuela M. Glass Ionomer Cement. 2022 Jun 5. In: *Stat Pearls.* Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2022.
19. Sidhu SK, Watson TF. Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 1995;8(1):59-67.
20. Davidson CL. Advances in glass-ionomer cements. *J Appl Oral Sci.* 2006;14Suppl:3-9. DOI:10.1590/s1678-77572006000700002.
21. Chisini LA, Collares K, Cademartori MG, de Oliveira LJC, Conde MCM, Demarco FF, Corrêa MB. Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *Int J Paediatr Dent.* 2018;28(2):123-139. DOI:10.1111/ipd.12346.
22. Yap AUJ, Wang X, Wu X, Meng Chung S. Comparative hardness and modulus of tooth-colored restoratives: A depth-sensing microindentation study. *Biomaterials.* 2004;25(11):2179-2185. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.09.003>.
23. Kimyai S, Savadi-Oskoe S, Ajami AA, Sadr A, Ashadi S. Effect of three prophylaxis methods on surface roughness of giomer. *Med*

- Oral Patol Oral Cir Bucal. 2011;16(1):110-4. DOI:10.4317/medoral.16. e110.
24. Dias AGA, Magno MB, Delbem AC, Cunha RF, Maia LC, Pessan JP. Clinical performance of glass ionomer cement and composite resin in Class II restorations in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2018; 73:1-13. DOI: 10.1016/j.jdent.2018.04.004.
 25. Wilson AD. Resin-modified glass-ionomer cements. *Int J Prosthodont*. 1990;3(5):425-429.
 26. Santos AP, Moreira IK, Scarpelli AC, Pordeus IA, Paiva SM, Martins CC. Survival of adhesive restorations for primary molars: A systematic review and metaanalysis of clinical trials. *Pediatr Dent*. 2016; 38:370-378.
 27. Santamaria R, Abudrya M, Gul G, Mourad M, Gomez G, Zandona A. How to intervene in the caries process: Dentin caries in primary teeth. *Caries Res*. 2020; 54:306-323. <https://doi.org/10.1159/000508899>.
 28. Attin T, Buchalla W, Kielbassa AM, Helwig E. Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent Mater*. 1995; 11:359-362. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(95\)80035-2](https://doi.org/10.1016/0109-5641(95)80035-2).
 29. Qvist V, Manscher E, Teglers PT. Resin-modified and conventional glass ionomer restorations in primary teeth: 8-year results. *J Dent*. 2004; 32:285-294. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.01.001>.
 30. Menezes-Silva R, Cabral RN, Pascotto RC, Borges AFS, Martins CC, Navarro MFL, Sidhu SK, Leal SC. Mechanical and optical properties of conventional restorative glass-ionomer cements - a systematic review. *J Appl Oral Sci*. 2019;27: e2018357. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0357>.
 31. Pires CW, Pedrotti D, Lenzi TL, Soares FZM, Ziegelmann PK, Rocha RO. Is there a best conventional material for restoring posterior primary teeth? A network meta-analysis. *Braz Oral Res*. 2018; 32:10. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0010.
 32. ISO 9917-1:2016, International Organization for Standardization. Dentistry-Water-Based Cements-Part 1: Powder/liquid acid-base cements, International Organization for Standardization Geneva, 2016.
 33. Samanta S, Das UK, Mitra A. Comparison of microleakage in class V cavity restored with flowable composite resin, glass ionomer cement and Cention N®. *Imperial J Interdiscip Res*. 2017;3:180-183.
 34. GC America | EQUIA Forte®-Liberación de flúor, restaurador de GH. <http://www.gcamerica.com/products/operatoriy/>.
 35. Verma V, Mathur S, Sachdev V, Singh D. Evaluation of compressive strength, shear bond strength, and microhardness values of glass-ionomer cement Type IX and Cention N®. *J Conserv Dent*. 2020;23(6):550-553. DOI: 10.4103/JCD.JCD_109_19.
 36. Mishra A, Singh G, Singh SK, Agarwal M, Qureshi R, Khurana N. Comparative evaluation of mechanical properties of Cention N® with conventionally used. *Int J Prosthodont Restor Dent*. 2018;8(4):120-124. <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10019-1219>.
 37. Rêgo HMC, Butler S, Santos MJC. Evaluation of the mechanical properties of three resin-modified glass-ionomer materials. *Biomed Res Int*. 2022:4690656. <https://doi.org/10.1155/2022/4690656>.
 38. Al-Tae L, Deb S, Banerjee A. An in vitro assessment of the physical properties of manually- mixed and encapsulated glass-ionomer cements. *BDJ Open* 2020;6(1):12. DOI:10.1038/s41405-020-0040-x.
 39. Sidhu SK Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Aust Dent J*. 2011; 56:23-30. DOI:10.1038/s41405-020-0040-x.
 40. Thanjal NK, Billington RW, Shahid S, Luo J, Hill RG, Pearson GJ. Kinetics of fluoride ion release from dental restorative glass ionomer cements: the influence of ultrasound, radiant heat and glass composition. *J Mater Sci Mater Med*. 2010;21(2):589-595. DOI:10.1038/s41405-020-0040-x.