SJKUMS
Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences
No.1/ Apr-May 2026;31(1):18-25
DOI: 10.22034/31.1.18
https://sjku.muk.ac.ir

Original Article

In Vitro Evaluation of the Effect of Moisture on the Microhardness of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-Enriched Mixture Cement after Immediate and Late Resin-Modified Glass Ionomer Restoration in Pulpotomized Primary Molar Teeth

Fatemeh Ayatollahi[1], Faezeh Fotouhi Ardakani[2], Zahra Bahrololoomi[3], Ali Golshan Tafti[4*]

1. Associate Professor, Department of Endodontics, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
2. Pediatric Dentist, Yazd, Iran
3. Professor, Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
4. Resident, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Article history:
Received: 20 May 2025
Revised: 5 January 2026
Accepted: 13 January 2026
ePublished: 23 May 2026

***Corresponding author:** Ali Golshan Tafti, Resident, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

E-mail: ali.golshantafti73@gmail.com

Abstract

Background and Aim: Pulpotomy is one of the treatment methods for exposed pulp in primary teeth. Recently, regenerative materials, such as Mineral trioxide aggregate (MTA) and Calcium-Enriched Mixture (CEM) cement, have been used. It has been observed that moisture improves the setting of these materials. On the other hand, rapid and appropriate restoration of pulpotomized teeth is another important factor in treatment success and helps prevent crown fractures.

Materials and Methods: In this laboratory study, the roots of 60 extracted human primary molars were cut to 2 mm from the CEJ, and apical sealing was performed with self-curing glass ionomer. 30 teeth were pulpotomized with MTA, and 30 teeth were pulpotomized with CEM cement. 15 teeth in each group were exposed to a moist cotton pellet for 24 hours, then restored with resin-modified glass ionomer, and the other fifteen teeth were restored with modified glass ionomer resin on the same day. After buccolingual sectioning, the samples were incubated for 21 days, and then Vickers microhardness testing was performed.

Results: The highest median microhardness value was obtained in the wet MTA group, and the lowest median was in the CEM cement group without moisture. Both MTA and CEM cement had a higher median microhardness in moist conditions than in dry conditions (P = 0.000). Compared with CEM cement, MTA had a higher microhardness under dry conditions (P = 0.015), but this difference was not significant under moist conditions (P = 0.395).

Conclusion: Based on the results of the present study and considering the limitations of laboratory studies, it can be concluded that, if possible, the final restoration of pulpotomized teeth should be performed with MTA and CEM cement after 24 hours of moist cotton pellet placement.

Keywords: Calcium-Enriched Mixture Cement, Mineral Trioxide Aggregate, Microhardness, Pulpotomy

Please cite this article as follows: Ayatollahi F, Fotouhi Ardakani F, Bahrololoomi Z, Golshan Tafti A. In Vitro Evaluation of the Effect of Moisture on the Microhardness of Mineral Trioxide Aggregate and Calcium-Enriched Mixture Cement after Immediate and Late Resin-Modified Glass Ionomer Restoration in Pulpotomized Primary Molar Teeth. SJKUMS. 2026;31(1):18-25. DOI: 10.22034/31.1.18.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

Copyright © 2026 Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits copying and redistributing the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

SJKUMS
مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان
دوره ۳۱، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۵، صفحات: ۲۵-۱۸
https://sjku.muk.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی آزمایشگاهی تأثیر رطوبت در میکروهاردنس Mineral trioxide aggregate و Calcium-Enriched Mixture Cement پس از ترمیم فوری و تأخیری با رزین مدیفاید گلاس آینومر در دندان‌های مولر شیری پالپوتومی‌شده

فاطمه آیت‌اللهی[۱]، فائزه فتوحی اردکانی[۲]، زهرا بحرالعلومی[۳]، علی گلشن تفتی[۴*]

۱. دانشیار، گروه آموزشی اندودانتیکس، دانشکدهٔ دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۲. متخصص دندان‌پزشکی کودکان، یزد، ایران
۳. استاد ، گروه آموزشی دندان‌پزشکی کودکان، دانشکدهٔ دندان‌پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۴. دستیار تخصصی، گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکدهٔ دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۳۰
ویرایش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۵
پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۲۳
انتشار: ۱۴۰۴/۰۳/۰۲

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی کردستان محفوظ است.

* **نویسنده مسئول:** علی گلشن تفتی، دستیار تخصصی، گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکدهٔ دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

ایمیل: ali.golshantafti73@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: پالپوتومی یکی از روش‌های درمانی پالپ اکسپوزشده در دندان شیری است. به‌تازگی در این روش از مواد رژنریتیو ازجمله Mineral trioxide aggregate (MTA) و Calcium-Enriched Mixture (CEM) cement استفاده می‌شود. مشاهده شده است که رطوبت، ستشدن این مواد را بهبود می‌بخشد. ازطرفی ترمیم سریع و مناسب دندان‌های پالپوتومی‌شده نیز دیگر عامل مهم در موفقیت درمان است و از شکستگی‌های تاج جلوگیری می‌کند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعهٔ آزمایشگاهی، ریشهٔ ۶۰ دندان مولر شیری کشیده‌شدهٔ انسان تا دو میلی‌متری CEJ قطع شده و با گلاس آینومر سلف‌کیور، سیل اپیکالی آنها تأمین گردید. ۳۰ دندان توسط MTA و ۳۰ دندان با استفاده از CEM cement پالپوتومی شدند. در هر گروه ۱۵ دندان به‌مدت ۲۴ ساعت در معرض پنبهٔ مرطوب قرار گرفته، سپس با رزین مدیفاید گلاس آینومر ترمیم شده و ۱۵ دندان دیگر در همان روز با رزین مدیفاید گلاس آینومر ترمیم شد. نمونه‌ها بعد از برش باکولینگوالی به‌مدت ۲۱ روز در محیط انکوباتور قرار گرفته و سپس تست میکروهاردنس ویکرز روی آنها انجام گرفت.

یافته‌ها: بالاترین میزان میانه میکروهاردنس در گروه MTA مرطوب و کمترین میانه در گروه CEM cement بدون رطوبت به‌دست آمد. MTA و CEM cement هر دو در شرایط مرطوب، میانهٔ میکروهاردنس بیشتری نسبت به شرایط بدون رطوبت داشتند. (P=۰/۰۰۰). در مقایسهٔ MTA و CEM cement در شرایط بدون رطوبت، MTA میکروهاردنس بیشتری داشت؛ (P=۰/۰۱۵) اما در شرایط مرطوب اختلاف آنها معنی‌دار نبود (P=۰/۳۹۵).

نتیجه‌گیری: براساس نتایج مطالعهٔ حاضر و با در نظرگرفتن محدودیت‌های مطالعات آزمایشگاهی می‌توان نتیجه گرفت در صورت امکان بهتر است ترمیم نهایی دندان‌های پالپوتومی‌شده با MTA و CEM cement، بعد از ۲۴ ساعت قراردهی پنبهٔ مرطوب انجام شود.

واژگان کلیدی: Mineral trioxide aggregate،Calcium-Enriched Mixture cement، میکروهاردنس، پالپوتومی

استناد: آیت‌اللهی، فاطمه؛ فتوحی اردکانی، فائزه؛ بحرالعلومی، زهرا؛ گلشن تفتی، علی. بررسی آزمایشگاهی تأثیر رطوبت در میکروهاردنس Mineral trioxide aggregate وCalcium-Enriched Mixture Cement پس از ترمیم فوری و تأخیری با رزین مدیفاید گلاس آینومر در دندان‌های مولر شیری پالپوتومی‌شده مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان، بهار ۱۴۰۵؛۳۱(۱) ۲۵-۱۸.

مقدمه

پوسیدگی در دندان‌های شیری کودکان شایع بوده و براساس گزارشی، شایع‌ترین بیماری مزمن دوران کودکی عنوان شده است که بسیاری از آنها می‌تواند همراه با اکسپوژر پالپی باشد [۱, ۲].

دندان‌پزشکان اغلب یکی از سه روش درمان پالپوتومی، پالپکتومی، و پالپ کپ مستقیم را برای دندان‌های شیری پوسیده با اکسپوژر پالپی بر حسب شرایط دندان به‌کار می‌گیرند. پالپوتومی درمان انتخابی پالپ

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

دندان‌های شیری است که با پوسیدگی اکسپوز می‌شوند. هدف از پالپوتومی، حفظ دندان‌های شیری تا زمان افتادن طبیعی آنها است. در این روش پالپ ناحیهٔ تاجی برداشته شده و بافت پالپ ریشه‌ای حفظ می‌شود [۳-۶]. رایج‌ترین مادهٔ مورد استفاده جهت پالپوتومی دندان‌های شیری، پنبهٔ آغشته به فرموکروزول است. تأثیر این ترکیب عمدتاً به علت میکروب‌کشی و ثابت‌کنندگی (Fixation) آن برمی‌گردد و نقشی در التیام پالپ ندارد [۷]. سمیت این ماده مورد بحث است و در برخی مطالعات سمیت آن در درمان‌های پالپ، غیرقابل‌اهمیت و قابل‌چشم‌پوشی در نظر گرفته شده است. بااین‌حال، نیاز است مواد دیگری جهت جایگزین‌شدن فرموکروزول مورد ارزیابی و استفاده قرار بگیرند [۷-۹].

Mineral trioxide aggregate (MTA) و سمان Calcium-Enriched Mixture (CEM) ازجمله موادی هستند که با موفقیت بالایی به‌عنوان جایگزین فرموکروزول استفاده شده‌اند [۱۰-۱۳]. MTA و CEM cement دارای خواص مناسبی ازقبیل توانایی سیل‌کنندگی بالا، توکسیسیتی پایین، سازگاری بافتی و خاصیت آنتی‌باکتریال قابل‌قبول هستند. البته قیمت بالا، کاربرد سخت و زمان ست‌شدن طولانی از معایب MTA است. CEM cement در مقایسه با MTA، زمان ست‌شدن کوتاه‌تر، Film thickness کمتر و قدرت آنتی‌باکتریال بیشتری دارد [۱۴].

MTA را ترابی‌نژاد در سال ۱۹۹۳ معرفی کرد که متشکل از کلسیم‌اکساید، سیلیکا و مقداری آلومینا، اکسیدآهن و گچ است؛ و پودر فرآوردهٔ نهایی عمدتاً شامل تری کلسیم سیلیکات، دی کلسیم سیلیکات، تری کلسیم آلومینات و تتراکلسیم آلومینوفرات بوده که مهم‌ترین جز همهٔ این ترکیبات، اکسید کلسیم ذکر شده است. نمونه‌های اولیهٔ MTA به رنگ خاکستری بوده که عدم زیبایی و تغییر رنگ دندان را به‌همراه داشتند که در نسل دوم با تغییراتی این دو MTA به رنگ شیری درآمدند که در اصطلاح MTA سفید نامیده می‌شوند [۱۵, ۱۶]. ازنظر ترکیب شیمیایی در مقایسهٔ MTA سفید با خاکستری می‌توان به کاهش آلومینا، اکسید منیزیم و مهم‌تر از همه کاهش قابل‌توجه اکسید آهن در نوع سفید اشاره کرد [۱۷]، این ماده در مواردی مانند درمان پرفوراسیون‌ها و درمان‌های رژنراتیو ازقبیل پالپوتومی، پوشش مستقیم پالپ، اپکسیفیکاسیون و پرکردن کانال ریشه مورد استفاده قرار می‌گیرد و مشاهده شده است که رطوبت می‌تواند ست‌شدن MTA را بهبود بخشد [۱۸-۲۰].

در پالپوتومی، MTA نسبت به فرموکروزول نتایج و پاسخ ناخواستهٔ کمتری داشته و می‌تواند جایگزین احتمالی مناسبی برای فرموکروزول باشد و همچنین MTA درصد شکست کمتری را در ارزیابی‌های کلینیکی و رادیوگرافی به‌همراه داشته است [۱۳].

CEM cement در سال ۲۰۰۶ توسط عسکری به علم دندان‌پزشکی معرفی شد [۲۱]. ترکیب شیمیایی آن مخلوطی از ترکیبات مختلف کلسیم، شامل اکسید کلسیم، فسفات کلسیم، کربنات کلسیم، سیلیکات کلسیم، سولفات کلسیم، هیدروکسید کلسیم و کلرید کلسیم است. CEM cement از ذرات آب‌دوست تشکیل شده است که تحت‌تأثیر محلول‌های آبی سخت می‌شوند. پس از مخلوط‌کردن پودر و مایع CEM cement، واکنش هیدراتاسیون رخ می‌دهد و کلسیم هیدروکساید آزاد می‌شود که خواص بیولوژیکی CEM cement به آن نسبت داده شده است [۲۲, ۲۳].

CEM cement می‌تواند فرایند ترمیم و بهبود بافت سخت و تشکیل پل عاجی را تسریع کند [۲۴, ۲۵]. این ماده در پالپوتومی می‌تواند یک درمان موفقی را ارائه دهد، به‌طوری که در پالپوتومی دندان‌های شیری با پالپیت غیرقابل‌برگشت، نتایج مناسبی داشته است [۱۱]. ازآنجاکه MTA و CEM سمان‌هایی آب‌دوست هستند وجود رطوبت در محل کاربرد، به سخت‌شدن و سختی بیشتر آنها کمک می‌کند [۲۳, ۲۶-۲۸]. ترمیم سریع و مناسب دندان پس از درمان پالپ نیز جنبهٔ دیگری از درمان است که در موفقیت درمان و جلوگیری از نشت کرونالی و شکستن دندان نقش دارد. بنابراین باید هرچه سریع‌تر دندان‌های درمان‌شده ترمیم شوند [۷, ۲۹]. با توجه به اهمیت سرعت انجام ترمیم در دندان‌های شیری پالپوتومی‌شده و ازآنجاکه در بررسی مطالعات، مطالعه‌ای که اثر ترمیم فوری و تأخیری را بر میکروهاردنس بیس MTA و سمان CEM در دندان‌های مولر شیری پالپوتومی‌شده بررسی کند یافت نشد؛ این مطالعه با هدف بررسی اثر ترمیم فوری و تأخیری رزین مدیفاید گلاس آینومر بر میکروهاردنس بیس MTA و CEM cement در دندان‌های مولر شیری پالپوتومی‌شده انجام گرفت.

روش کار

به‌منظور انجام این مطالعه ازمایشگاهی، تعداد ۶۰ دندان مولر شیری کشیده‌شدهٔ انسان انتخاب شد. بعد از تمیزکردن سطح تاج و ریشه از بقایای بافتی، عمل ضدعفونی ازطریق نگهداری در هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵ ٪ به‌مدت ۳۰ دقیقه انجام شده و نمونه‌ها تا زمان شروع مطالعه در نرمال سالین نگهداری شدند. جهت شروع مطالعه در ابتدا ریشهٔ دندان‌ها با فرز فیشور ۰۰۸ (Teeskavan, Tehran, Iran) تا دومیلی‌متری CEJ قطع شده و فضای دومیلی‌متری ریشه با گلاس اینومر سلف‌کیور (GC, Tokyo, Japan) سیل اپیکالی آن تأمین شد. جهت انجام مطالعه، نمونه‌ها براساس جدول اعداد تصادفی در چهار گروه ۱۵ تایی به شرح زیر طبقه بندی شدند: گروه ۱- دندان مولر شیری پالپوتومی‌شده توسط ۲ میلی‌متر ضخامت بیس MTA (Angelus-Brazil)، (تهیه‌شده براساس دستور کارخانه) به‌همراه پنبهٔ مرطوب بر روی آن. گروه ۲- دندان مولر شیری پالپوتومی‌شده توسط ۲ میلی‌متر ضخامت بیس MTA (تهیه‌شده براساس دستور کارخانه) بدون پنبهٔ مرطوب. گروه ۳- دندان مولر

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

شیری پالپوتومی‌شده توسط ۲ میلی‌متر ضخامت بیس CEM cement (Doustkam-Iran)، (تهیه‌شده طبق دستور کارخانه) به‌همراه پنبهٔ مرطوب بر روی آن. گروه ۴- دندان مولر شیری پالپوتومی‌شده توسط ۲ میلی‌متر ضخامت بیس CEM cement (تهیه‌شده براساس دستور کارخانه) بدون پنبهٔ مرطوب.

در تمام نمونه‌ها همانند شرایط کلینیکی حفرهٔ دسترسی به‌صورت یکسان از محل پوسیدگی دندانی و در دندان‌های فاقد پوسیدگی به‌صورت یکسان در محل استاندارد آن تهیه شد. جهت تأمین ضخامت مورد نظر (۲ میلی‌متر) از ماده بیس، در تمام گروه‌ها با استفاده از پروب و رابراستاپ از کف پالپ چمبر به‌اندازه ۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شده و روی تاج دندان از سمت داخل علامت‌گذاری شد و مواد مورد استفاده برای پالپوتومی تا محل مشخص شده قرار گرفت. در گروه‌های بدون پنبهٔ مرطوب نمونه‌های مورد نظر در همان جلسه، پس از گذشت ۱۵ دقیقه، با کمک قلم کامپوزیت (Fattahteb- Iran)، رزین مدیفاید گلاس آینومر نوری (GC, Tokyo, Japan) روی آنها قرار گرفت و با استفاده از دستگاه لایت کیور Dentmate - LEDEX WL-070 با شدتِ ۱۰۰۰mW/cm^2 به‌مدت ۲۰ ثانیه و در فاصلهٔ ۱ میلی‌متری از نمونه ترمیم شدند. در گروه‌های دارای پنبهٔ مرطوب پس از انجام پالپوتومی و گذاشتن پنبهٔ مرطوب، نمونه‌ها با Cavite (Cavisol, Golchai, Iran) پانسمان شدند. پس از ۲۴ ساعت، پانسمان توسط فرز فیشور ۰۰۸ حذف شده و پنبهٔ مرطوب نیز خارج و نمونه‌ها توسط رزین مدیفاید گلاس آینومر نوری (GC, Tokyo, Japan) ترمیم شد.

دندان‌ها توسط دستگاه نگاتون در جهت باکولینگوآلی برش خوردند، به‌طوری که به دو قسمت مساوی تقسیم شوند. سپس تمام نمونه‌ها به‌مدت ۲۱ روز در محیط انکوباتور با دمای ۳۷ درجه و رطوبت ۱۰۰٪ نگهداری شدند. پس از این مدت نمونه‌ها از انکوباتور خارج شده و توسط رزین‌هایی مخصوص در قالب‌هایی از پیش ساخته‌شده مانت شدند. پس از آماده‌سازی و پرداخت سطوح، تست میکروهاردنس ویکرز انجام گرفت. جهت ارزیابی میکروهاردنس نمونه‌ها، نیروی g ۱۰ به‌مدت ۵ ثانیه توسط فرز الماسی هرمی‌شکل با قاعدهٔ مربع به سه نقطهٔ نزدیک به سطح مادهٔ پالپوتومی وارد شد و قطر فرورفتگی حاصل با جایگذاری در فرمول زیر، میزان میکروهاردنس برحسب ویکرز را بیان داشت:

$$HV = \frac{2F\sin\frac{136^o}{2}}{d^2} \qquad HV = 1.854\frac{F}{d^2} \text{ approximately}$$

در این فرمول F میزان نیرو و برحسب عکس کیلوگرم (kg-1) و d میانگین دو قطر فرورفتگی ایجادشده برحسب میلی‌متر است. این تست برای هر نمونه سه بار صورت گرفت و میانگین آن به‌عنوان میزان میکروهاردنس نمونه ثبت گردید.

نتایج

در این مطالعه تأثیر رطوبت بر میکروهاردنس MTA و CEM cement در دندان‌های مولر شیری پالپوتومی‌شده به‌صورت آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت. نرمالیتی داده‌ها به‌وسیلهٔ آزمون Kolmogorov-Smirnov آزمون شد. تنها گروه CEM cement مرطوب با P=۰/۲ توزیع نرمال داشت و سه گروه دیگر با P<۰/۰۵ دارای توزیع نرمال نبودند؛ لذا جهت تحلیل داده‌ها از آزمون ناپارامتریک Mann-Whithney استفاده شد.

نتایج مقایسهٔ درون‌گروهی برای CEM cement و MTA در جدول‌های شمارهٔ ۱و۲ گزارش شده است.

جدول ۱. میزان میانهٔ میکروهاردنس CEM cement در شرایط با و بدون رطوبت (برحسب Kgf/mm2)

وضعیت رطوبت	Number	Median	Q25	Q75	IQR	Min	Max
CEM بدون رطوبت	۱۵	۹/۴	۸	۱۶/۶	۸/۶	۶/۵	۲۷
CEM با رطوبت	۱۵	۹۱/۸	۷۴	۱۱۱	۳۷	۲۴/۳	۱۲۴/۸
کل	۳۰	۲۵/۶۵	۹/۳۵	۹۲/۵	۸۳/۱۵	۶/۵	۱۲۴/۸

P=۰/۰۰۰
Mann-Whithney test

جدول ۲. میزان میانهٔ میکروهاردنس MTA در شرایط با و بدون رطوبت (برحسب Kgf/mm^2)

وضعیت رطوبت	Number	Median	Q25	Q75	IQR	Min	Max
MTA بدون رطوبت	۱۵	۲۱/۷۵	۱۰/۰۵	۵۱/۳۵	۴۱/۳	۸	۱۲۵/۹
MTA با رطوبت	۱۵	۹۲/۷	۶۷/۸	۱۳۱/۶	۶۳/۸	۳۰/۷	۳۶۸/۵
کل	۳۰	۵۹/۶	۱۴/۸	۱۰۰/۶	۸۵/۸	۸	۳۶۸/۵

P=۰/۰۰۰
Mann-Whithney test

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

جدول ۱ مقدار میانهٔ میکروهاردنس CEM cement را در شرایط با و بدون رطوبت نشان می‌دهد.

همانگونه که در جدول دیده می‌شود، میکروهاردنس CEM cement در شرایط با رطوبت به‌صورت معنی‌داری بیشتر از شرایط بدون رطوبت است (P=۰/۰۰۰).

جدول ۲ میزان میانهٔ میکروهاردنس MTA را در شرایط با و بدون رطوبت گزارش می‌دهد.

داده‌های جدول نشان می‌دهد MTA در شرایط با رطوبت به‌طور معنی‌داری میکروهاردنس بیشتری را نسبت به شرایط بدون رطوبت دارد (P=۰/۰۰۰).

نتایج مقایسهٔ بین‌گروهی برای MTA وCEM cement در جدول‌های ۳ و۴ گزارش شده است.

جدول ۳ مقادیر میانهٔ میکروهاردنس MTA و CEM cement را در شرایط بدون رطوبت نشان می‌دهد.

جدول ۳. میزان میانهٔ میکروهاردنس MTA و CEM cement در شرایط بدون رطوبت(برحسب Kgf/mm^2)

ماده بدون رطوبت	Number	Median	Q25	Q75	IQR	Min	Max
MTA	۱۵	۲۱/۷۵	۱۰/۰۵	۵۱/۳۵	۴۱/۳	۸	۱۲۵/۹
CEM	۱۵	۹/۴	۸	۱۶/۶	۸/۶	۶/۵	۲۷
کل	۳۰	۱۳/۱	۸/۷	۲۸/۷	۲۰	۶/۵	۱۲۵/۹

P=۰/۰۱۵

Mann-Whitney test

جدول ۴. میزان میانهٔ میکروهاردنس MTA و CEM cement در شرایط با رطوبت (برحسب Kgf/mm^2)

ماده با رطوبت	Number	Median	Q25	Q75	IQR	Min	Max
MTA	۱۵	۹۲/۷	۶۷/۸	۱۳۱/۶	۶۳/۸	۳۰/۷	۳۶۸/۵
CEM	۱۵	۹۱/۸	۷۴	۱۱۱	۳۷	۲۴/۳	۱۲۴/۸
کل	۳۰	۹۲/۲۵	۷۲/۴۵	۱۱۱/۳۵	۳۸/۹	۲۴/۳	۳۶۸/۵

P = ۰/۳۹۵

Mann-Whitney test

با توجه به اطلاعات جدول، مادهٔ MTA در شرایط بدون رطوبت به‌طور معنی‌داری میکروهاردنس بیشتری نسبت به CEM cement دارد (P=۰/۰۱۵).

جدول ۴ مقادیر میانهٔ میکروهاردنس MTA و CEM cement را در شرایط با رطوبت گزارش می‌دهد.

در شرایط با رطوبت میان دو مادهٔ MTA و CEM cement تفاوت معنی‌داری در میکروهاردنس نمونه‌ها مشاهده نشد (P=۰/۳۹۵).

برای مقایسهٔ میکروهاردنس در چهار گروه مورد مطالعه، میانه‌ها با آزمون Kruskal wallis بررسی شدند و با P=۰/۰۰۰ تفاوت میانه‌ها معنی‌دار شد؛ و ازنظر میکروهاردنس میان چهار گروه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵).

جدول ۵. میزان میانهٔ میکروهاردنس در چهارگروه مورد مطالعه (برحسب Kgf/mm^2)

گروه	Number	Median	Q25	Q75	IQR	Min	Max
CEM بدون رطوبت	۱۵	۹/۴	۸	۱۶/۶	۸/۶	۶/۵	۲۷
CEM با رطوبت	۱۵	۹۱/۸	۷۴	۱۱۱	۳۷	۲۴/۳	۱۲۴/۸
MTA بدون رطوبت	۱۵	۲۱/۷۵	۱۰/۰۵	۵۱/۳۵	۴۱/۳	۸	۱۲۵/۹
MTA با رطوبت	۱۵	۹۲/۷	۶۷/۸	۱۳۱/۶	۶۳/۸	۳۰/۷	۳۶۸/۵
کل	۶۰	۴۹/۵	۱۲/۸۵	۹۲/۷۵	۷۹/۹	۶/۵	۳۶۸/۵

P=۰/۰۰۰

Kruskal-Wallis test

بحث

تکنیک پالپوتومی با استفاده از فرموکروزول چندین سال است که به‌عنوان یک روش اصلی درمانی پیشنهاد شده است و مورد استفاده قرار می‌گیرد [۷]، اما با توجه به مورد بحث بودن سمیت این ماده نیاز است که مواد جایگزین دیگری مورد ارزیابی قرار گرفته و خصوصیات گوناگون آنها در شرایط مختلف بررسی شده تا بتوانند بهترین اثر درمانی را داشته باشند [۳۲-۳۰, ۸-۶]. MTA و CEM، سمان‌هایی آب‌دوست هستند [۳۳, ۲۳] که به‌عنوان موادی جهت

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

جایگزین‌شدن فرموکروزول مورد استفاده و بررسی قرار گرفته‌اند [۷, ۱۰]. با توجه به آب‌دوست بودن این سمان‌ها انتظار می‌رود که سخت‌شدن و سختی آنها تحت‌تأثیر رطوبت بهبود یابد. همچنین MTA در شرایط کلینیکی، هنگامی که در قسمت کرونالی دندان استفاده می‌شود خصوصیات فیزیکی آن مانند میکروهاردنس سطح، نقش مهمی در تأمین سیل مناسب ایفا می‌کند [۳۴]. ازطرف دیگر، ترمیم سریع دندان‌ها عاملی مهم در جلوگیری از شکستن دندان و موفقیت درمان پالپ است [۷]. لذا مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی اثر رطوبت بر میکروهاردنس MTA و CEM cement به‌عنوان مواد بیس پالپوتومی پس از ترمیم فوری و تأخیری با رزین مدیفاید گلاس آینومر صورت گرفت.

در مطالعات مختلف از تست‌های متفاوتی ازقبیل ویکرز و نوپ برای سنجش میکروهاردنس و در نتیجه قدرت مکانیکی و کیفیت سخت‌شدن مواد استفاده شده است[۳۵, ۳۶]. در رابطه با منبع تأمین رطوبت، در متون مرتبط اشاره‌ای به شرایط مشخص جهت تأمین آب و مرطوب نمودن پنبهٔ مورد استفاده نشده است؛ بنابراین در مطالعهٔ حاضر از سرنگ حاوی نرمال سالین برای مرطوب‌کردنِ پنبه استفاده کردیم، درحالی‌که در این زمینه، از پوآر آب و هوا نیز در مطالعاتی استفاده شده است [۲۸].

مطالعهٔ حاضر نشان داد رطوبت (ترمیم تأخیری) باعث می‌شود میکروهاردنس مادهٔ MTA به‌طور معنی‌داری افزایش یابد که از این نظر نتایج مطالعهٔ حاضر با مطالعهٔ ژیژکا (Žižka) مشابهت دارد [۲۶]. همچنین مطالعهٔ ما نشان داد رطوبت (ترمیم تأخیری) موجب افزایش میکروهاردنس مادهٔ CEM cement نیز می‌شود. در مقایسهٔ میکروهاردنس MTA و CEM cement در شرایط مرطوب، نمونه‌های MTA ازنظر شاخص میانه، میکروهاردنس بالاتری را دارا بودند؛ بااین‌حال، اختلاف آنها معنی‌دار نبود؛ همچنین در مقایسهٔ میکروهاردنس دو ماده در شرایط بدون رطوبت (ترمیم فوری) نمونه‌های MTA به‌طور معنی‌داری مقادیر میانهٔ میکروهاردنس بالاتری نشان دادند. این مسئله را شاید بتوان این‌گونه توجیه کرد که در شرایط بدون رطوبت، خصوصیات و ویژگی‌های مادهٔ MTA به‌گونه‌ای است که میکروهاردنس بیشتری نسبت به CEM cement دارا باشد. اما در شرایط مرطوب، واکنش CEM cement به وجود رطوبت، بیشتر بوده، به‌گونه‌ای که این اختلاف پیشین را جبران نموده و درنتیجه، اختلاف معنی‌داری با MTA نخواهد داشت.

جانسون (Johnson) در مطالعه‌ای نشان داد نمونه‌های MTA در شرایط عدم وجود رطوبت، سختی و سخت‌شدن بهتر و سریع‌تری در ۶ ساعت پس از قراردهی MTA دارند، درحالی‌که در بازهٔ زمانی ۱ و ۳ روز پس از قراردهی MTA، نمونه‌های مرطوب سختی بیشتری نسبت به نمونه‌های بدون رطوبت دارا بودند. در این مطالعه این‌گونه فرض شد که علت تفاوت به‌دست‌آمده می‌تواند ناشی از این باشد که افزایش رطوبت باعث می‌شود نسبت مایع به پودر در مراحل اولیه قراردهی ماده که هنوز ست نشده است افزایش یافته و درنتیجه، کاهش قوام و استحکام ماده را به‌همراه داشته باشد [۲۸].

نتایج مطالعهٔ حاضر متفاوت از نتایج مطالعهٔ طبیب‌زاده (Tabrizizadeh) [۳۶] در بررسی میکروهاردنس پلاگ‌های اپیکالی MTA و CEM cement تحت شرایط مرطوب و خشک است. در مطالعهٔ آنها بالاترین سختی در گروه CEM cement با ضخامت ۴ میلی‌متر و در شرایط خشک، و کمترین میزان سختی در گروه MTA با ضخامت ۸ میلی‌متر و شرایط مرطوب مشاهده شد و به‌طور کلی تفاوت معنی‌داری میان گروه‌ها ازنظر میکروهاردنس مشاهده نشد. علت تفاوت نتایج مطالعهٔ حاضر و مطالعهٔ طبیب‌زاده (Tabrizizadeh) را شاید بتوان این‌گونه ارزیابی کرد که در مطالعهٔ حاضر، رطوبت اضافی مورد نظر، با گلوله پنبهٔ مرطوب تأمین شد که در تماس با مادهٔ بیس پالپوتومی و در داخل پالپ چمبر قرار داشت و میکروهاردنس نمونه‌ها نیز در نزدیکی سطح مادهٔ پالپوتومی بدون توجه به ضخامت مادهٔ پالپوتومی بررسی شد. اما در مطالعهٔ طبیب‌زاده (Tabrizizadeh) از Paper Point مرطوب، جهت تأمین رطوبت استفاده شد. همچنین در گروه‌های بدون رطوبت نیز Paper Point خشک بر روی نمونه‌ها قرار داده شد. به‌علاوه اینکه در مطالعهٔ آنها اثر رطوبت بر پلاگ‌های اپیکالی و در ضخامت‌های ۴ میلی‌متر و ۸ میلی‌متر مورد بررسی قرار گرفت. ریم (Rhim) در مطالعه‌ای [۳۷] نشان داد رطوبت تأثیر منفی بر خصوصیات فیزیکی MTA دارد. در این مطالعه، از ProRoot MTA استفاده شد و نمونه‌های مرطوب نیز به‌مدت ۲۴ ساعت در آب غوطه‌ور شده بودند، درحالی‌که در مطالعهٔ حاضر مواد مورد استفاده جهت پالپوتومی تنها در تماس با گلوله پنبهٔ مرطوب قرار گرفتند و همچنین از MTA آنجلوس استفاده شد.

انصاری (Ansari) و همکاران در مطالعه‌ای میکروهاردنس ۱۲۰ نمونه CEM cement و گلاس آینومرهای نوری و معمولی را مورد ارزیابی قرار دادند. نمونه‌های CEM cement در ۱۲ گروه ۱۰تایی قرار گرفتند. در ۶ گروه پس از قرارگرفتن سمان CEM، به‌صورت فوری، پس از ۱۵ دقیقه و پس از ۲۴ ساعت روی نمونه‌ها ترمیم Conventional GIC قرار گرفت و سپس از این ۶ گروه، ۳ گروه پس از ۲۴ ساعت و ۳ گروه دیگر پس از ۷ روز مورد ارزیابی تست میکروهاردنس ویکرز برای سمان CEM و گلاس آینومر قرار گرفتند. برای ۶ گروهِ دیگر نیز مراحلی مشابه تکرار شد؛ با این تفاوت که نمونه‌ها با گلاس آینومرنوری RMGI ترمیم شدند. آنها مشاهده کردند که اثر نوع گلاس آینومر و زمان قراردهی ترمیم بر میکروهاردنس نمونه‌هایی که پس از ۲۴ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفتند معنادار است. برای نمونه‌هایی که پس از ۷ روز مورد تست میکروهاردنس قرار گرفتند مشاهده شد که نوع گلاس آینومر بر میکروهاردنس نمونه‌های CEM اثر معناداری دارد؛ اما زمان قراردهی ترمیم بر روی نمونه‌ها معنادار نیست. میانگین میکروهاردنس نمونه‌های سمان CEM در گروه‌هایی که پس از ۷ روز مورد ارزیابی قرارگرفته بودند به‌طور معناداری نسبت به

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

گروه‌های ۱ روزه بیشتر بود. بنابراین آنها پیشنهاد کردند که با توجه به اینکه نمونه‌ها پس از ۷ روز به‌سختی مناسبی می‌رسند و زمان قراردهی ترمیم تفاوت چشمگیری را در سختی سمان CEM پس از ۷ روز ندارد. بنابراین در شرایط کلینیکی شاید بتوان بیماران را در همان جلسه، با قراردهی ترمیم گلاس آینومر بر روی سمان CEM که تازه قرار داده شده است درمان کرد [۲۹]. در مطالعهٔ فوق از ۴ میلی‌متر ضخامت CEM cement استفاده شد و همچنین سمان CEM در مولدهایی از جنس استنلس استیل قرار داده شده بودند و ۶ گروه پس از ۲۴ ساعت قرارگیری در انکوباتور و ۶ گروه پس از ۷ روز قرارگیری در انکوباتور مورد تست میکروهاردنس قرار گرفتند. اما در مطالعهٔ حاضر ضخامت CEM cement ۲ میلی‌متر بوده و داخل پالپ چمبر دندان‌های مولر شیری قرار داده شده بودند؛ به‌علاوه اینکه همهٔ نمونه‌های مطالعهٔ ما پس از آماده سازی به‌مدت ۲۱ روز در انکوباتور قرار گرفتند و سپس تست میکروهاردنس روی آنها انجام شد. همچنین در مطالعهٔ ما جهت بازسازی شرایط کلینیکی، نمونه‌های گروه دارای رطوبت، به‌مدت ۲۴ ساعت در تماس با پنبهٔ مرطوب قرار داشتند؛ اما در مطالعهٔ شرح‌داده‌شده، قرارگیری در محیط مرطوب انکوباتور به‌عنوان منبع رطوبت عنوان شده است.

در مطالعهٔ دیگری بولهاری (Bolhari) و همکاران ۲۷۰ مولد پلی متیل متاکریلات را با سمان‌های کلسیم سیلیکات MTA, CEM cement و Biodentine پر نمودند، به‌گونه‌ای که برای هر یک از این سه ماده ۹۰ نمونه مولد تهیه شد. سپس در هر یک از این گروه‌های ۹۰تایی، ۱۰ نمونه به‌صورت فوری، ۱۰ نمونه پس از ۲۴ ساعت و ۱۰ نمونه پس از ۷۲ ساعت با مواد آمالگام، کامپوزیت و RMGI که به‌عنوان مادهٔ ترمیمی بر روی مولدها قرار گرفت ترمیم شدند؛ به‌طوری که برای هر یک از سه مواد ترمیمی مورد استفاده، ۳۰ مولد استفاده شد. آنها مشاهده کردند که میکروهاردنس مواد ترمیمی مورد استفاده به‌جز در گروه مولدهایی که دارای CEM cement با ترمیم فوری RMGI بودند؛ در سایر گروه‌ها به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر نوع سمان استفاده شده و زمان انجام ترمیم قرار نگرفتند. زمانی که RMGI به‌صورت فوری در تماس با CEM cement قرار گرفت به‌طور معنی‌داری بالاترین میکروهاردنس را دارا بود. بنابراین آنها پیشنهاد کردند که با توجه به نبودِ تفاوت معنی‌دار میکروهاردنس مواد ترمیمی بر حسب زمان قرارگیری آنها بر روی سمان‌های کلسیم سیلیکات، شاید بتوان گفت قرارگیری فوری ترمیم نهایی علاوه‌بر اینکه سیل کرونال بهتری را فراهم می‌کند ازنظر کلینیکی نیز صرفه جویی در هزینه و زمان را به‌ارمغان بیاورد [۳۸].

با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر، رطوبت می‌تواند میکروهاردنس MTA و سمان CEM را به‌عنوان مواد مورد استفاده جهت پالپوتومی دندان‌های شیری در شرایط آزمایشگاهی بهبود بخشد و درنتیجه، سیل تاجی بهتری را برای دندان فراهم نماید؛ اما به‌دلیل اندک‌بودنِ مطالعات مرتبطِ صورت‌گرفته در دندان‌های شیری و با توجه به اینکه در شرایط کلینیکی مشکلاتی همانند شکستن دندان و همکاری‌نکردنِ کودک در درمان‌های با ترمیم تأخیری ممکن است وجود داشته باشد؛ بنابراین نیاز است که مطالعات آزمایشگاهی و کلینیکی بیشتری جهت ارزیابی تأثیر رطوبت و اطمینان از نقش آن در افزایش موفقیت کلینیکی درمان‌های پالپوتومی انجام شود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مطالعهٔ حاضر و با در نظرگرفتن محدودیت‌های مطالعات آزمایشگاهی می‌توان نتیجه گرفت که در صورت امکان بهتر است ترمیم نهایی دندان‌های پالپوتومی‌شده با MTA و CEM cement، بعد از ۲۴ ساعت قراردهی پنبهٔ مرطوب انجام شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از دانشکدهٔ دندان‌پزشکی شهید صدوقی یزد بابت مساعدت در هزینه‌های طرح و همکاری‌های صورت‌گرفته و همچنین از دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد به‌جهت همکاری در انجام تست‌های آزمایشگاهی، تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید. نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی وجود ندارد. این طرح پس از تأیید و تصویب در کمیتهٔ اخلاق دانشکدهٔ دندان‌پزشکی شهید صدوقی یزد با کد اخلاق IR.SSU.REC.1396.176 به مرحلهٔ اجرا درآمد.

REFERENCES

1. Aeinehchi M, Dadvand S, Fayazi S, Bayat-Movahed S. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. Int Endod J. 2007;40(4):261-267. [DOI: 10.1111/j.1365-2591.2007.01209.x.]
2. Benjamin RM. Oral health: the silent epidemic. Public Health Rep. 2010;125(2):158-159. [DOI: 10.1177/003335491012500202]
3. Saltzman B, Sigal M, Clokie C, Rukavina J, Titley K, Kulkarni GV. Assessment of a novel alternative to conventional formocresol–zinc oxide eugenol pulpotomy for the treatment of pulpally involved human primary teeth: diode laser–mineral trioxide aggregate pulpotomy. Int J Paediatr Dent. 2005;15(6):437-447. [DOI: 10.1111/j.1365-263x.2005.00670.x.]
4. Nadin G, Goel BR, Yeung CA, Glenny AM. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. Cochrane Database Syst Rev. 2003;(1):CD003220. [DOI: 10.1002/14651858.CD003220.]
5. Primosch RE, Glomb TA, Jerrell RG. Primary tooth pulp therapy as taught in predoctoral pediatric dental programs in the United States. Pediatr Dent. 1997;19(2):118-122. [Link]
6. Smaïl-Faugeron V, Glenny AM, Courson F, Durieux P, Muller-Bolla M, Fron Chabouis H. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. Cochrane Database Syst Rev. 2018;5:CD003220.pub3. [DOI: 10.1002/14651858.CD003220.pub3]
7. Dean JA, Sanders BJ. Treatment of deep caries, vital pulp exposure, and nonvital teeth. In: Dean JA, McDonald and

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]

Avery's Dentistry for the Child and Adolescent. 11th ed. St. Louis: Elsevier; 2021. p. 266-285. [DOI: 10.1016/b978-0-323-05724-0.50023-0.]
8. Lewis B. Formaldehyde in dentistry: a review for the millennium. J Clin Pediatr Dent. 1998;22(2):167-177. [Link]
9. Milnes AR. Is formocresol obsolete? A fresh look at the evidence concerning safety issues. Pediatr Dent. 2008;30(3):237-246. [DOI: 10.1016/j.joen.2008.03.008.]
10. Ansari G, Morovati SP, Asgary S. Evaluation of four pulpotomy techniques in primary molars: a randomized controlled trial. Iran Endod J. 2018;13(1):7-12. [Link]
11. Memarpour M, Fijan S, Asgary S, Keikhaee M. Calcium-enriched mixture pulpotomy of primary molar teeth with irreversible pulpitis: a clinical study. Open Dent J. 2016;10:43-49. [DOI: 10.2174/1874210601610010043.]
12. Junqueira MA, Cunha NNO, Caixeta FF, Marques NCT, Oliveira TM, Moretti A, et al. Clinical, radiographic and histological evaluation of primary teeth pulpotomy using MTA and ferric sulfate. Braz Dent J. 2018;29(2):159-165. [DOI: 10.1590/0103-6440201801659.]
13. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Evaluation of the formocresol versus mineral trioxide aggregate primary molar pulpotomy: a meta-analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;102(6):e40-e44. [DOI: 10.1016/j.tripleo.2006.05.017.]
14. Ayatollahi F, Daneshkazemi A, Tabrizizadeh M, Shirgholami E. In vitro investigation of tooth discoloration induced by CEM cement in three media and different time intervals. Iran J Pediatr Dent. 2019;15(1):85. [DOI: 10.29252/ijpd.15.1.85.]
15. Asgary S, Eghbal MJ. Chemical composition of mineral trioxide aggregates (MTA): a review of literature. Iran Dent Assoc J. 2009;21(3):221-228. [DOI: 10.5555/20103023939.]
16. Camilleri J. The chemical composition of mineral trioxide aggregate. J Conserv Dent. 2008;11(4):141-143. [DOI: 10.4103/0972-0707.48834.]
17. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. J Endod. 2005;31(2):101-103. [DOI: 10.1097/01.don.0000133156.85164.b2.]
18. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endod. 1999;25(3):197-205. [DOI: 10.1016/s0099-2399(99)80142-3.]
19. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. J Endod. 1995;21(7):349-353. [DOI: 10.1016/s0099-2399(06)80967-2.]
20. O'Sullivan SM, Hartwell GR. Obturation of a retained primary mandibular second molar using mineral trioxide aggregate: a case report. J Endod. 2001;27(11):703-705. [DOI: 10.1097/00004770-200111000-00013.]
21. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M. Sealing ability of a novel endodontic cement as a root-end filling material. J Biomed Mater Res A. 2008;87(3):706-709. [DOI: 10.1002/jbm.a.31678.]
22. Asgary S, Shahabi S, Jafarzadeh T, Amini S, Kheirieh S. The properties of a new endodontic material. J Endod. 2008;34(8):990-993. [DOI: 10.1016/j.joen.2008.05.006.]
23. Adl A, Shojaee NS, Sobhnamayan F. The effect of chlorhexidine on push-out bond strength of mineral trioxide aggregate. Avicenna J Dent Res. 2014;6(2):e21195. [DOI: 10.17795/ajdr-21195.]
24. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokhi M, Ghanavati F, Rahimi H. A comparative study of histologic response to different pulp capping materials and a novel endodontic cement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;106(4):609-614. [DOI: 10.1016/j.tripleo.2008.06.006.]
25. Asgary S, Eghbal MJ, Ehsani S. Periradicular regeneration after endodontic surgery with calcium-enriched mixture cement in dogs. J Endod. 2010;36(5):837-841. [DOI: 10.1016/j.joen.2010.03.005.]
26. Zizka R, Ctvrtlik R, Tomastik J, Facevicova K, Gregor L, Sedy J. In vitro mechanical properties of mineral trioxide aggregate in moist and dry intracanal environments. Iran Endod J. 2018;13(1):20-24. [DOI: 10.22037/iej.v13i1.17642.]
27. Shokouhinejad N, Jafargholizadeh L, Khoshkhounejad M, Nekoofar MH, Raoof M. Surface microhardness of three thicknesses of mineral trioxide aggregate in different setting conditions. Restor Dent Endod. 2014;39(4):253-257. [DOI: 10.5395/rde.2014.39.4.253.]
28. Johnson CD. An in vitro comparison of the setting of MTA with and without the application of a moist cotton pellet. Milwaukee (WI): Marquette University; 2010. [link]
29. Ansari ZJ, Ghasemi A, Norozi H, Akbarzade Baghban A, Samiei M. Microhardness of calcium-enriched mixture cement and covering glass ionomers after different time periods of application. Iran Endod J. 2022;17(2):67-71. [DOI: 10.22037/iej.v17i2.35012.]
30. El-Meligy O, Abdalla M, El-Baraway S, El-Tekya M, Dean JA. Histological evaluation of electrosurgery and formocresol pulpotomy techniques in primary teeth in dogs. J Clin Pediatr Dent. 2002;26(1):81-85. [DOI: 10.17796/jcpd.26.1.w2243176tj661n8p.]
31. Fuks AB, Eidelman E, Cleaton-Jones P, Michaeli Y. Pulp response to ferric sulfate, diluted formocresol and IRM in pulpotomized primary baboon teeth. ASDC J Dent Child. 1997;64(4):254-259. [Link]
32. Ding YJ, Song H, Liu JH, Wang GH. Brain injury due to anaphylactic shock as a result of formocresol used during root canal treatment. Int Endod J. 2013;46(10):999-1005. [DOI: 10.1111/iej.12092.]
33. Eid AA, Komabayashi T, Watanabe E, Shiraishi T, Watanabe I. Characterization of the mineral trioxide aggregate–resin modified glass ionomer cement interface in different setting conditions. J Endod. 2012;38(8):1126-1129. [DOI: 10.1016/j.joen.2012.04.013.]
34. Tsujimoto M, Tsujimoto Y, Ookubo A, Shiraishi T, Watanabe I, Yamada S, et al. Timing for composite resin placement on mineral trioxide aggregate. J Endod. 2013;39(9):1167-1170. [DOI: 10.1016/j.joen.2013.06.009.]
35. Deepthi V, Mallikarjun E, Nagesh B, Mandava P. Effect of acidic pH on microhardness and microstructure of TheraCal LC, Endosequence, mineral trioxide aggregate, and Biodentine when used as root repair material. J Conserv Dent. 2018;21(4):408-412. [DOI: 10.4103/jcd.jcd_308_17.]
36. Tabrizizadeh M, Dabbagh MM, Badrian H, Davoudi A. Microhardness properties of mineral trioxide aggregate and calcium-enriched mixture cement plugs at different setting conditions. J Int Oral Health. 2015;7(9):36-39. [DOI: 10.4103/jioh.jioh_148_15.]
37. Rhim EM, Huh SY, Ahn SJ, Abbott PV, Kim EC, Park SH. Comparison of the microhardness and morphology of five different retrograde filling materials in aqueous and dry conditions. Scanning. 2012;34(6):359-366. [DOI: 10.1002/sca.21018.]
38. Bolhari B, Meraji N, Khazaee P, Ghabraei S, Valizadeh S. Do different time intervals in placement of restorative materials over calcium silicate cements affect interface microhardness of different restorative materials? Dent 3000. 2021;9:159. [DOI: 10.5195/d3000.2021.159.]

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-09-15]