Endocrown for extensively damaged teeth from conventional to biomimetic protocols: A review study

Pooya Jannati[1], Faranak Vakili[1], Saeid Nokar[2], Somayeh Zeighami[2,*]

1- Assistant Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran
2- Associate Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Review Article

Article History:
Received: 24 Dec 2022
Accepted: 25 Jun 2023
Published: 29 Jun 2023

Corresponding Author:
Somayeh Zeighami

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Email: somayeh.zeighami@gmail.com)

Abstract

Background and Aims: Endocrown is a type of monoblock restoration using the pulp chamber and remaining coronal tooth structure for retention. Advancements in adhesive techniques have breathed fresh spirit into endocrown. Nowadays, there are two approaches for endocrown: conventional approach and biomimetic approach. This study aimed to review data on the steps and clinical and philosophical points of using these approaches to help dentists' selection and performance.

Materials and Methods: The review was conducted by reviewing the articles available in PubMed, Scopus, and Google Scholar databases from 1995 to 2022. The keywords used were; Crown, Endodontically-treated teeth, Light-curing of dental adhesive, Onlay, and Post-Core.

Results: After removing duplicates, titles/abstracts were reviewed. Animal studies, studies without available full text or non-English language studies were excluded from the study. Then, the full texts of the remaining 59 articles were evaluated and 49 articles were eligible for the present study. The articles included clinical trials, in vitro, systematic reviews, and case reports.

Conclusion: Endocrown is a successful alternative to crown, especially in molar teeth. Regardless of the conventional or biomimetic approach, this treatment has a more favorable fracture pattern while preserving the remaining tooth tissue as much as possible.

Keywords: Crown, Endodontically-Treated teeth, Light-curing of dental adhesive, Onlay, Post-core

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2023;36:5

Cite this article as: Jannati P, Vakili F, Nokar S, Zeighami S. Endocrown for extensively damaged teeth from conventional to biomimetic protocols: A review study. J Dent Med-TUMS. 2023;36:5.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

Copyright © 2023 Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

اندوکروان برای دندان‌های به شدت تخریب شده از رویکرد سنتی تا پروتکل‌های بایومیمتیک: مطالعه مروری

پویا جنتی[۱]، فرانک وکیلی[۱]، سعید نوکار[۲]، سمیه ذیقمی[۲،*]

۱- استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- دانشیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: اندوکراون نوعی رستوریشن مونوبلاک است که از فضای پالپ چمبر و ساختار باقیمانده دندانی جهت گیر بهره می‌برد. پیشرفت‌های تکنیک‌های ادهزیو روح تازه‌ای در درمان اندوکراون دمیده است. امروزه از دو رویکرد برای ساخت اندوکراون استفاده می‌شود: ۱- روش سنتی و ۲- روش بایومیمتیک. این مطالعه با هدف مرور اطلاعات حول مراحل و نکات کلینیکی و فلسفی استفاده از این رویکردها جهت کمک به انتخاب و عملکرد دندانپزشک انجام شد.

روش بررسی: یک جستجوی سیستماتیک انجام گرفت. با استفاده از واژگان کلیدی (Crown; Endodontically-Treated Teeth; Light-Curing of Dental Adhesives; Onlay; Post-Core) مروری بر مقالات موجود در پایگاه‌های PubMed، Scopus و Google Scholar انجام شد.

یافته‌ها: پس از حذف موارد تکراری، عناوین/ چکیده‌ها بررسی شدند. مطالعات حیوانی، مطالعاتی که متن کامل آن‌ها موجود نبود و یا مطالعات غیر انگلیسی زبان از مطالعه حذف شدند. سپس متون کامل ۵۹ مطالعه باقی مانده مورد ارزیابی قرار گرفتند. ۴۹ مقاله واجد شرایط مطالعه حاضر بودند. مطالعات شامل مطالعات کلینیکی، in vitro، systematic review و گزارش مورد بودند.

نتیجه گیری: اندوکراون، جایگزین موفقی برای کروان، مخصوصاً در دندان‌های مولر می‌باشد. فارغ از رویکرد سنتی یا بایومیمتیک، این درمان ضمن حفظ حداکثری نسج باقی مانده دندان، الگوی شکست مطلوب‌تری دارد.

کلید واژه‌ها: کراون، دندان‌های درمان ریشه شده، لایت کیور ادهزیوهای دندانی، آنله، پست کور

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران
دوره ۳۶ مقاله ۵، ۱۴۰۲

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله مروری

دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۳
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱
انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۸

نویسنده مسؤول:
سمیه ذیقمی

گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

(Email somayeh.zeighami@gmail.com)

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

مقدمه

روش‌های متفاوتی جهت بازسازی دندان پس از درمان ریشه وجود دارد (۱،۲). پیشرفت در تکنیک‌های ادهزیو چالش‌هایی را در زمینه استفاده از دندانپزشکی کم تهاجمی (بدون استفاده از پست یا کراون) ایجاد کرده است (۳). تکنیک مونوبلاک (monoblock) به عنوان پیشگام درمان اندوکراون (endocrown)، ابتدا توسط Pissis در سال ۱۹۹۴ معرفی شد (۴). Bindl و Mörmann اولین دندانپزشکانی بودند که در سال ۱۹۹۹ با استفاده از واژه اندوکراون، رستوریشن (restoration) سرامیکی مونولیتیک (monolithic) ادهزیو (adhesive) با تکیه گاه پالپ چمبر را معرفی کردند (۵).

به طور خلاصه، تراش و آماده سازی دندان، قالب گیری و سمان کردن رستوریشن مونوبلاک یا مونولیتیک مستقیماً روی نسج دندانی (مینا و عاج) باقی مانده، مراحل کلی رویکرد سنتی (conventional) در درمان اندوکراون می‌باشد. در کنار رویکرد سنتی جهت درمان اندوکراون، رویکرد بایومیمتیک برای حفظ ساختار دندانی و همچنین استفاده از مواد رستوریتیو (restorative) مشابه با ساختار دندان ارائه شده است. در این رویکرد، رستوریشن سرامیکی به عنوان جایگزین مینا و ساختار کامپوزیت به عنوان جایگزین عاج سمان می‌گردد (۶). در مطالعات قبلی که به صورت مرور سیستماتیک انجام شده‌اند به مقایسه اندوکران با درمان‌های سنتی از جمله پست و کور کران پرداخته شده است. با این حال، مقایسه و افتراق این دو رویکرد برای اکثر دندانپزشکان آسان نیست و این مسأله تصمیم گیری جهت طرح ریزی درمان را دشوار می‌کند. بنابراین این مطالعه مروری به بررسی اندیکاسیون‌ها، کنترا اندیکاسیون‌ها و مراحل کلینیکی اندوکراون از تراش تا فالوآپ می‌پردازد. همچنین در این مطالعه به معرفی و افتراق این دو رویکرد جهت آگاهی دندانپزشک در درمان دندان‌های به شدت تخریب شده، پرداخته شده است.

روش بررسی

تحقیق به روش مطالعه مروری انجام گرفت. با استفاده از واژگان کلیدی (Crown; Endodontically-Treated Teeth; Light-Curing of Dental Adhesives; Onlay; Post-Core) مروری بر مقالات موجود در پایگاه‌های PubMed، Scopus و Google scholar انجام شد. همچنین واژه‌های endocrown OR endocrowns OR endo crown OR endo-crown نیز برای جستجوی مقالات مورد استفاده قرار گرفتند. مطالعات به نرم افزار کنترل رفرنس انتقال داده شدند.

یافته‌ها

پس از حذف موارد تکراری، عناوین/ چکیده‌ها بررسی شدند. مطالعات حیوانی، مطالعاتی که متن کامل آن‌ها موجود نبود و یا مطالعات غیر انگلیسی زبان از مطالعه حذف شدند. سپس متون کامل مطالعات ۵۹ مطالعه باقی مانده مورد ارزیابی قرار گرفتند. ۴۹ مقاله واجد شرایط مطالعه حاضر بودند. مطالعات شامل مطالعات کلینیکی، invitro، systematic review و گزارش مورد بودند. فلوچارت نحوه بررسی و انتخاب مقالات در شکل ۱ قابل مشاهده می‌باشد. از این مطالعات، اطلاعات مربوط به رویکردهای سنتی و بایومیمتیک استخراج شدند.

بحث و نتیجه گیری

رویکرد سنتی در درمان اندوکراون

الف- اندیکاسیون‌ها، کنتراندیکاسیون‌ها و ویژگی‌ها

اندیکاسیون‌ها، کنتراندیکاسیون‌ها و مزایای درمان اندوکراون در جدول ۱ به اختصار آورده شده‌اند (۱۰-۷).

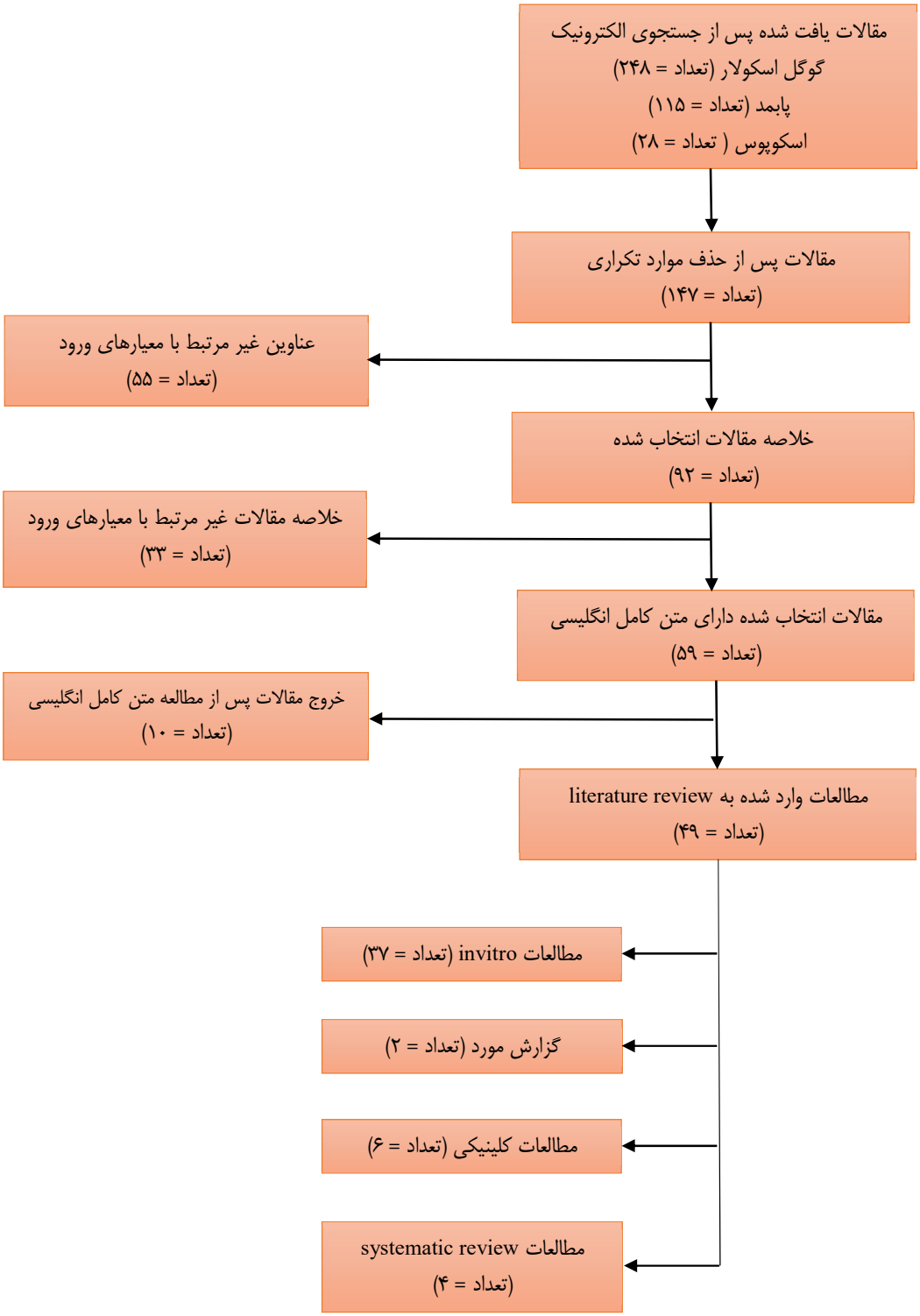
ب- تراش دندان

تراش اکلوزال: ابتدا، کوتاه کردن حداقل ۲ میلی متر از سطح اکلوزال ضروری است. شکل فرز به کنترل جهت گیری تراش و ایجاد نوار مینایی سرتاسری با سطحی صاف (cervical sidewalk) کمک می‌کند (۹).

مارجین سرویکال: مارجین سرویکال بهتر است به طور مرسوم بالای لثه باشد، مگر در شرایطی که فاکتورهای کلینیکی یا زیبایی دیکته کند. برای جلوگیری از پلکانی شدن دیواره‌ها، لازم است که اختلاف سطح بین قسمت‌های مختلف حداکثر با شیب ۶۰ درجه به هم مرتبط شوند. علاوه بر این، دیواره‌های مینایی با ضخامت کمتر از ۲ میلی متر باید برداشته شوند (۹).

تراش اگزیال: در این مرحله باید اندرکات‌ها را در حفره دسترسی حذف کرد. برای آماده سازی کرونال پالپ چمبر و حفره دسترسی ریشه، از فرز الماسه سبز رنگ استوانه‌ای با انتهای گرد با همگرایی (convegance)

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]



شکل ۱- فلوچارت نحوه بررسی و انتخاب مقالات

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

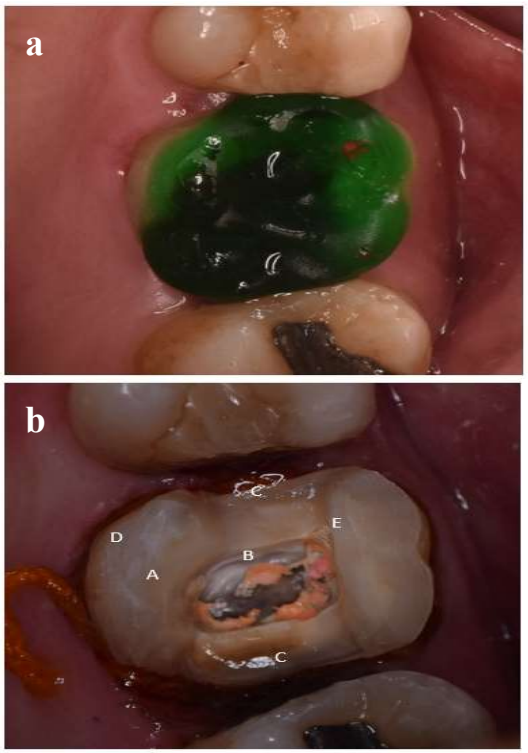
جدول ۱- اندیکاسیون‌ها، کنتراندیکاسیون‌ها، و مزایای درمان اندوکراون

اندیکاسیون‌ها	کنتراندیکاسیون‌ها	مزایا
حداقل عمق پالپ چمبر ۳ میلی متر	عدم اطمینان از ادهیژن	زیست سازگاری و بایومیمتیک
کانال ریشه کلسیفیه یا ریشه نازک و بلند	عمق پالپ چمبر کمتر از ۳ میلیمتر	رستوریشن یک قطعه‌ای (کوهیژن مؤثرتر و ساده‌تر)
تمام مولرها با فاصله	عرض کمتر از ۲ میلی متر حول مارجین سرویکال	زمان کلینیکی و تراش کمتر
اکلوزوجینجیوالی کلینیکی ناکافی جهت گیر کروان کامل	سه عامل منجربه لقی:	
	۱- عاج اسکلروزه	
	۲- الاستیک مودولوس بالای بعضی از مواد	
	۳- ارتفاع دیواره باقیمانده کمتر از ۲ میلی متر	

کل اکلوزالی ۷-۵ درجه استفاده می‌شود (۱۱). برداشتن بافت بیش از حد از دیواره‌های پالپ چمبر باعث کاهش ضخامت و عرض مینای دندان می‌شود. حداقل عمق حفره تراش باید ۳ میلی متر باشد (۹). Taha و همکاران (۱۲) نشان دادند که افزودن خط خاتمه ۱ میلی متری شولدر، باعث افزایش مقاومت در برابر شکستگی اندوکراون می‌شود. با این حال، مطالعات بیشتری به خصوص در مورد رفتار خستگی مورد نیاز است. همان طور که Sun و همکاران (۱) در سال ۲۰۱۹ گزارش داده‌اند، آماده سازی خط خاتمه، محاسن و معایب خاص خود را دارد. به عنوان مثال، بافت دندان باقی مانده بیشتر و ناحیه باندینگ کمتری را می‌توان در اندوکراون صاف مشاهده کرد، در حالی که سطح باند بیشتر و بافت دندان باقیمانده کمتر در یک اندوکراون با شولدر ۹۰ درجه رخ می‌دهد. به طور مشابهی، مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۸ توسط Tzimas و همکاران (۱۱) انجام شد که توصیه به ایجاد مارجین butt joint ۲-۱/۱ میلی متری داشت. Elalem و همکاران (۱۳) تراش butt joint را با چمفر عمیق مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که چمفر عمیق تطابق لبه ای بهتری را نشان می‌دهد، اگرچه تفاوت معنی‌داری بین این دو در تطابق داخلی مشاهده نشد.

پالیش نوار سرویکال: برای از بین بردن بی‌نظمی‌های ریز و ایجاد یک سطح صاف و صیقلی، فرز باید حول نوار سرویکالی هدایت شود. در نهایت، خط لبه تراش باید این تصور را ایجاد کند که یک خط منظم با لبه تیز است (۹).

آماده سازی کف حفره: برای استفاده از آناتومی زین مانند (saddle-like) کف حفره، گوتاپرکا تا عمق حداکثر ۲ میلی متر برداشته می‌شود. یک ابزار غیر ساینده برای حفظ یکپارچگی ورودی کانال بدون سوراخ کردن عاج استفاده می‌شود (۹). در آماده سازی اندوکرون، هر چه گسترش بیشتر، عملکرد مکانیکی بهتر خواهد بود (۱۴) (شکل ۲).



شکل ۲- a: آماده سازی حفره جهت درمان اندوکراون با رویکرد سنتی (A. تباعد کافی و عدم وجود آندرکات در حفره B. عمق مطلوب پالپ چمبر (۲-۴ میلی متر) .C لبه‌های عاری از پوسیدگی و در حد بالای لثه D. ریداکشن اکلوزالی E. سطح پرداخت و پالیش شده که همراه با نوار مینایی مشخص سرتاسری آماده قالب گیری است) b: استفاده از پترن رزینی پرینت شده جهت بررسی کانتور، اکلوژن و تطابق

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

تمیزکردن پالپ چمبر: اولتراسوند جهت تمیز کردن کامل پالپ چمبر و کف آن پیشنهاد می‌شود. استفاده از فرز یا هوا سایش (air-abrasion) منع مصرف دارد زیرا ممکن است باعث تحریک یا انتشار ترک‌های عاجی شود (۹).

قالب گیری: دو راه برای قالب گیری اندوکراون وجود دارد. روش اول روش سنتی است که در آن از مواد قالب گیری دندانی استفاده می‌شود. سیلیکون افزایشی با تکنیک twin-mix (پوتی- واش همزمان) ترجیح داده می‌شود. راه دیگر استفاده از workflow دیجیتالی برای ایجاد یک رستوریشن دقیق با تماس پروگزیمال و اکلوزال بهتر است.

باند: پیشرفت در سیستم‌های سمان ادهزیو نیاز به تراش گیردار (retention form) برای روکش‌ها را کاهش داده است (۷). باندینگ رزینی رستوریشن‌های سرامیکی امکان اتصال قوی بین ساختار دندان و رستوریشن را فراهم می‌کند (۱۵).

موادی که حاوی مولکول MDP (10-methacryloyloxy-decyl-dihydrogen phosphate) یا رزین‌های 4-META (4-methacryloxyethyl- trimellitate-anhydride) هستند، دارای قدرت اتصال به سرامیک‌های کریستالین، فلزات و همچنین به ساختار دندان می‌باشند (۱۵). جهت آماده سازی سطح ساختار دندان، ناحیه مینای دندان با اسید فسفریک ۴۰-۳۰ درصد اچ می‌شود (می‌تواند لایه اسمیر را حذف، عاج را دمینرالیزه و توبول‌های عاجی را باز کند) که با حل کردن کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت، بی‌نظمی‌های ریز ایجاد می‌کند. این بی‌نظمی‌ها منجر به تشکیل میکرو تگ‌های رزینی می‌شود که گیر میکرومکانیکی را فراهم می‌کند و پتانسیل چسبندگی را بهبود می‌بخشد. مونومرهای حاوی پرایمر با گروه‌های فسفات اختصاصی، مانند 10-MDP، قادر به پیوند شیمیایی از طریق اتصال یونی اولیه هستند و در نتیجه پیوندهای شیمیایی قوی‌تری ایجاد می‌کنند. هنگامی که بافت باقیمانده دندان جهت سمان کردن عمدتاً حاوی عاج باشد، عوامل باندینگ عاجی ترجیح داده می‌شوند. از طرف دیگر، زمانی که مینای دندان غالب است، می‌توان از باند مینا یا باندهای total-etch استفاده کرد (۱۵).

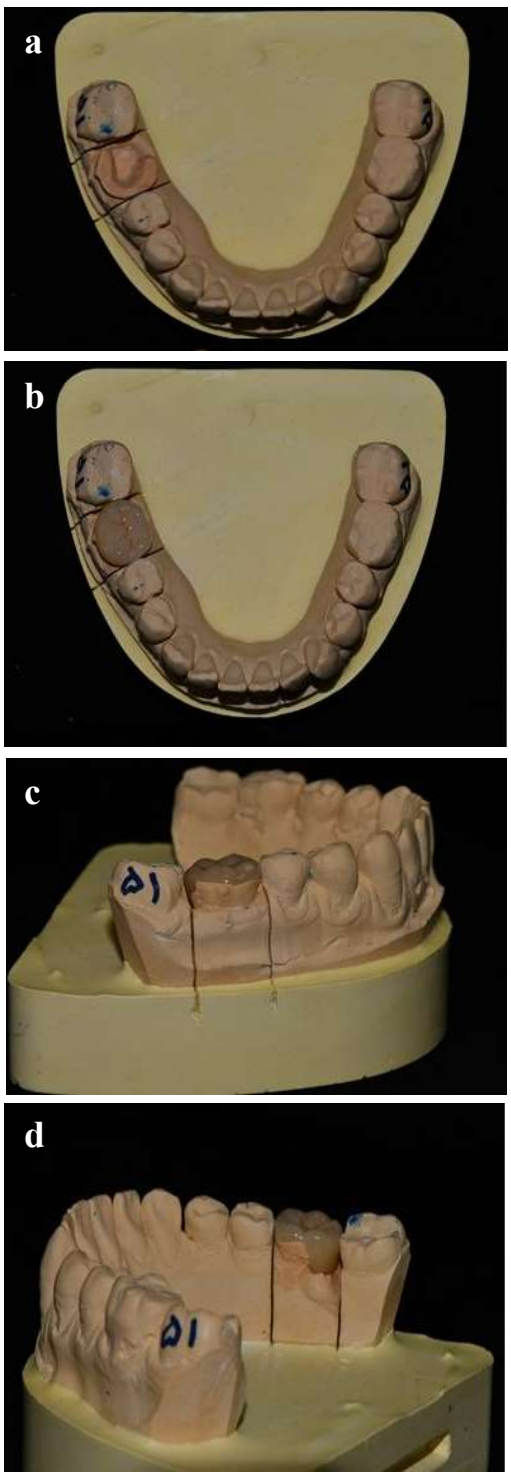
جهت آماده سازی سطح بافتی رستوریشن‌های لیتیوم دی سیلیکات (۳۰ درصد سیلیکا به عنوان ماتریکس شیشه‌ای و ۷۰ درصد کریستال)، اچ با اسید هیدروفلوریک (HF) (۲۰ تا ۳۰ ثانیه) برای ایجاد زبری در سطح مواد سرامیکی جهت بهبود باند بین سمان رزینی و مواد سرامیکی انجام می‌شود. پس از اچ کردن، سایلن برای ایجاد پیوند شیمیایی بین این دو سطح، اعمال می‌گردد. بنابراین، ترکیب سرامیک‌های لیتیوم دی سیلیکات با سمان رزینی panavia منجر به ایجاد یک باند قوی (بهتر از Enamic، PEEK و 3Y-TZP) می‌شود (۱۵،۱۶). به گزارش Ghajghouj و Taşar-Faruk (۱۷) سمان رزینی PanaviaV5 کمترین میکرولیکیج را نشان داد و پس از آن سمان‌های Relyx Ultimate و GC در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. علاوه بر این، مشخص شده است که PanaviaV5 بهترین سمان برای محدود کردن ریزنشت لبه‌ای در رستوریشن‌های اندوکراون است. با توجه به ترکیب شیمیایی و عدم وجود فاز شیشه‌ای قابل اچ در زیرکونیای نیمه تثبیت شده با ایتریوم (yttrium partially stabilized zirconia)، سایش ذرات معلق در هوا (airborne-particle abrasion) با Al2O3 و به دنبال آن استفاده از سمان رزینی حاوی MDP (Panavia F2.0)روش درمانی ارجح جهت ایجاد استحکام باند بیشتر است (۱۸). هم پلیمریزاسیون نوری و هم دوگانه (dual-cure) در سمان‌های رزینی، بسته به ضخامت رستوریشن قابل کاربرد می‌باشد. اگر ضخامت اجازه دهد (اغلب کمتر از ۲ میلی متر) استفاده از سمان‌های نوری ارجح است (۱۹). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تصمیم جهت انتخاب بین سمان‌ها به ۱- مواد رستوریشن، ۲- مقدار عاج و بافت مینای باقی‌مانده و ۳- مکانیسم پلیمریزاسیون سمان (نوری یا دوگانه) بستگی دارد. اشکال ۳ و ۴، روند درمان اندوکراون سنتی را به صورت مرحله به مرحله نشان می‌دهد.

ج- انتخاب مواد

فلدسپاتیک و سرامیک تقویت شده با لیتیوم دی سیلیکات، کامپوزیت رزین‌های هیبرید، سرامیک‌های CAD-CAM و بلوک‌های کامپوزیت رزین از جمله مواد مختلفی هستند که برای ساختن اندوکرون استفاده می‌شوند. در سال ۲۰۱۷، Gulec و Ulusoy (۲۰) مطالعه‌ای در مورد تأثیر مواد مختلف CAD-CAM بر توزیع استرس و احتمال شکست رستوریشن‌های دندان‌های پرمولر اول فک بالای درمان ریشه شده انجام دادند. نتایج مطالعه نشان داد که افزایش ضخامت ماده مورد استفاده در ساخت رستوریشن بر خود ماده تأثیر منفی می‌گذارد، اگرچه استرس منتقل شده به بافت‌های دندانی را کاهش می‌دهد.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

شکل ۳- روند درمان اندوکراون با رویکرد سنتی (تصاویر داخل دهانی). a: نمای اکلوزال دندان درمان ریشه شده. b: نمای اکلوزال دندان قبل از تراش. c: نمای اکلوزال دندان تراش خورده، d: نمای اکلوزال اندوکران سمان شده



شکل ۴-روند درمان اندوکراون با رویکرد سنتی (تصاویر روی کست). a: نمای اکلوزال دندان تراش خورده، b: نمای اکلوزال رستوریشن ساخته شده، c: نمای باکال رستوریشن ساخته شده، d: نمای لینگوال رستوریشن ساخته شده

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

اندوکراون‌های سرامیکی لیتیوم دی سیلیکات استحکام شکست بیشتری در مقایسه با کامپوزیت رزین غیر مستقیم دارند (۲۱). مطالعات نشان داده‌اند که اندوکراون‌های از جنس لیتیوم دی سیلیکات به دلیل ویژگی‌های چسبندگی بهترین مواد رستوریتیو هستند (۲۲،۲۳).

در سال ۲۰۱۷، Zoidis و همکاران (۲۴) Polyetheretherketone (PEEK) را به عنوان یک ماده فریم ورک جایگزین برای رستوریشن‌های اندوکران توصیه کردند.

مطالعه آن‌ها نشان داد که ضریب الاستیسیته فریم ورک PEEK (4GPa)، هنگامی که با رزین کامپوزیت غیرمستقیم ونیر می‌شود، می‌تواند نیروهای اکلوزالی را کاهش دهد و در نتیجه از ساختار دندان به طور مؤثرتری نسبت به مواد سرامیکی محافظت کند، با این حال، شواهد بالینی طولانی بیشتری مورد نیاز است.

در سال ۲۰۱۹، Hasanzade و همکاران (۲۵) تطابق داخلی و لبه‌ای اندوکراون‌های CAD-CAM ساخته شده از سه ماده متنوع را ارزیابی کرد. هیچ تفاوت معنی داری در اختلافات داخلی و لبه‌ای بین اندوکراون‌های IPS e-max CAD، Suprinity و Enamic یافت نشد.

در سال ۲۰۲۱ Amini و همکاران (۲۶) به مقایسه تطابق لبه‌ای و داخلی در اندوکران‌های ساخته شده از زیرکونیای ترانسلوسنت و زیرکونیوم لیتیوم سیلیکات با استفاده از فناوری CAD-CAM پرداختند. نتایج نشان داد که زیرکونیای ترانسلوسنت یک ماده قابل قبول برای ساخت اندوکران با تطابق لبه‌ای و داخلی قابل مقایسه با زیرکونیوم لیتیوم سیلیکات می‌باشد. همچنین سمان کردن و پیری ترمومکانیکی اثرات منفی معنی داری بر تطابق لبه‌ای داشت.

د- تکنیک ساخت

سرامیک تقویت شده لیتیوم دی سیلیکات (IPS e.max; Ivoclar Vivadent AG) با استفاده از روش heat-press (IPS e.max Press) یا تکنیک CAD-CAM (IPS e.max CAD) ساخته می‌شود (۲۷). عملکرد سیستم CAD-CAM بر دقت تطابق مارجینال در مواد رستوریتیو مختلف تأثیر می‌گذارد. وجود تفاوت‌های مارجینال منجر به افزایش تجمع پلاک، تغییر در توزیع میکرو فلور و افزایش خطر پوسیدگی در دندان‌های پایه می‌شود (۲۸). اثر استفاده از تکنیک‌های مختلف ساخت بر تطابق لبه‌ای رستوریشن‌های لیتیوم دی سیلیکات heat press و CAD-CAM به صورت مقایسه ای در جدول ۲ آورده شده است (۳۴-۲۹). اگرچه مطالعات مختلف مزایای تکنیک‌های ساخت را نسبت به روش‌های دیگر ارزیابی کرده‌اند، هنوز نتیجه گیری واضحی به دست نیامده است. به عنوان مثال، یک بررسی سیستماتیک اخیر بر تفاوت‌های بین تکنیک‌ها تأکید کرده است، اما هیچ تفاوت قابل‌توجهی نیافته است. این نشان می‌دهد که فناوری CAD-CAM به تکنسین‌ها و دندانپزشکان توانایی ساخت رستوریشن‌های با تطابق مناسب را ارائه می‌دهد. تکنیک‌های ساخت سنتی، مانند heat press، همچنان برای ساخت پروتزهای دندانی دقیق، مؤثر و قابل اعتماد هستند (۲۸).

ه- توزیع استرس

توزیع استرس توانایی اجازه دادن به استرس‌ها برای پراکندگی است (۳۵). یک مطالعه المان محدود ۳ بعدی نشان داد که توزیع استرس اندوکراون بر روی مینا، عاج و سطح ادهزیو کمتر از کراون‌های کامل سنتی است (۳۶).

جدول ۲- مقایسه رستوریشن‌های لیتیوم دی سیلیکات (Heat press وCAD-CAM)

نویسنده	نتیجه گیری (گپ کمتر)
Mounajjed R و همکاران (۲۰۱۶) (۲۹)	Heat press بهتر است. (هر دو قابل قبول)
Azar Bو همکاران (۲۰۱۸) (۳۰)	Heat press بهتر است.
Dolev و همکاران (۲۰۱۸) (۳۱)	CAD-CAM بهتر است. (هر دو قابل قبول)
Guess و همکاران (۲۰۱۴) (۳۲)	Heat press بهتر است.
Gudugunta و همکاران (۲۰۱۹) (۳۳)	CAD-CAM بهتر است. (هر دو قابل قبول)
Tammam و همکاران (۲۰۱۷) (۳۴)	مشابه (هر دو قابل قبول)

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

با استفاده از یک المان محدود ۳ بعدی، می‌توان توزیع استرس را در بافت و مواد دندانی آنالیز کرد. در مورد پرمولرها، مطالعات نشان داده است که استفاده از اندوکراون در مقایسه با سایر پروتزها، استرس کمتری بر روی سمان و عاج وارد می‌کند (۱۰). افزایش میزان بافت دندان حفظ شده باعث افزایش استرس‌های اطراف سمان و کاهش استرس در بافت دندان می‌شود (۱۰). علاوه بر این، Rocca و Krejci (۲) پیشنهاد کردند که اندوکراون‌ها به طور بالقوه نیروهای اکلوزال را به طور یکنواخت‌تر از پست‌های داخل ریشه‌ای منتقل می‌کنند.

در سال ۲۰۰۹، Lin و همکاران (۳۶) در مطالعه‌ای به ارزیابی ریسک شکست پره مولرهای ماگزیلا درمان ریشه شده با آماده سازی MODP پرداختند. در این مطالعه که به روش المان محدود انجام شد نتایج نشان داد که ریسک شکست اندوکران و کران معمولی برابر است.

در سال ۲۰۱۸، Tribst و همکاران (۳۷) اثر یک ماده رستوریتیو بر رفتار بیومکانیکی رستوریشن‌های اندوکرون را ارزیابی کردند و دریافتند که لوسایت توزیع استرس بهتری دارد و می‌تواند جایگزین خوبی برای لیتیوم دی سیلیکات برای ساخت رستوریشن‌های اندوکرون باشد. Dartora و همکاران استحکام خستگی و توزیع استرس در اندوکراون‌های لیتیوم دی سیلیکات گلاس- سرامیک یا polymer-infiltrated ceramic networks را با ترمیم‌های کامپوزیت مستقیم، مقایسه کردند. آنالیز المان محدود تمرکز استرس بالاتری را در بافت دندان برای کامپوزیت رزین‌ها در مقایسه با دو ماده دیگر نشان داد. نشان داده شد که اندوکراون‌های لیتیوم دی سیلیکات، قابلیت اطمینان ساختاری مکانیکی بالاتر و دوام بیشتری قبل از شروع شکست داشتند (۳۸).

و- استحکام شکست

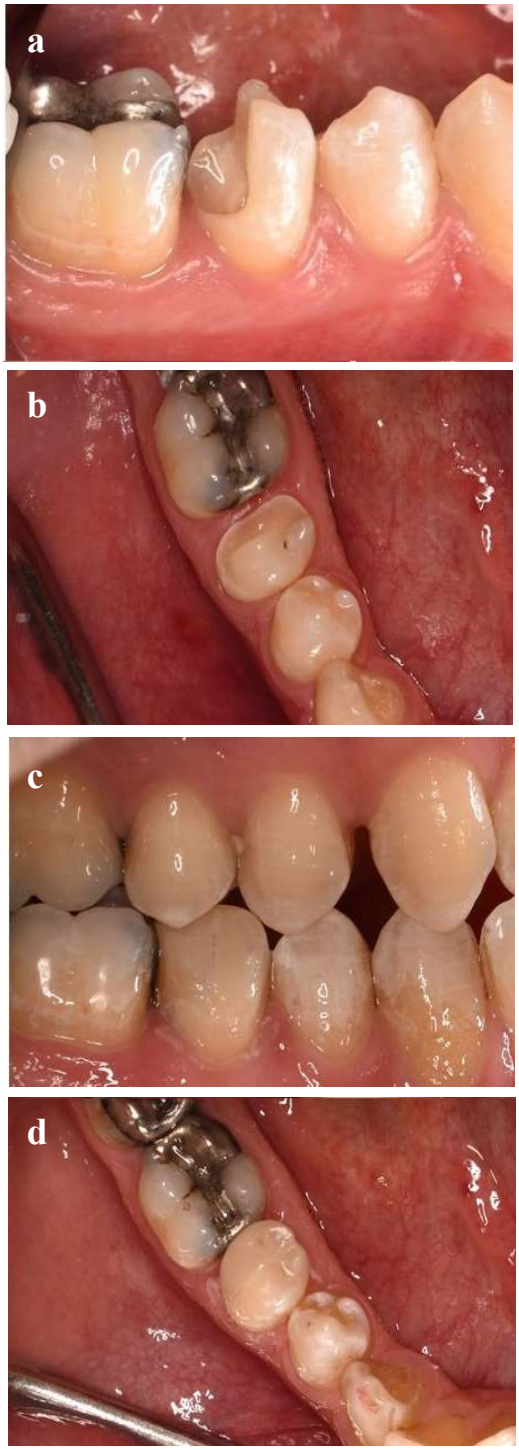
اندوکراون نسبت به کراون‌های قدیمی (با موفقیت کلینیکال ۱۰۰-۹۴ درصد) مقاومت به شکست بیشتری دارد (۸،۳۹). مستندات علمی حاکی از این هستند که افزودن فرول (ferrule)، مقاومت به شکست را افزایش می‌دهد (۱۲). مطالعه Tzimas و همکاران (۱۱) تغییراتی در طرح تراش اندوکروان- به هدف افزایش مقاومت به شکست- شامل کاسپ ریداکشن اندک (وقتی از کامپوزیت برای بازسازی استفاده خواهد شد)، استفاده از روش سیل فوری عاج (immediate dentine sealing) و استفاده از فرول (چه uniform، چه non-uniform) را پیشنهاد می‌کند. مطالعه سیستماتیک اخیری که پیرامون اثر گسترش پالپی حفره تراش بر استحکام شکست اندوکراون انجام شده بود، تفاوت اثر گسترش ۲/۵ و ۵ میلی متری به درون پالپ چمبر بر استحکام شکست را غیر معنی‌دار گزارش کرد. همچنین در دندان مولر نیز، اندوکروان با گسترش به عمق پالپ چمبر ۲ و ۴ میلی متر از نظر استحکام شکست مشابه بودند. استفاده از فایبرکامپوزیت روی کف پالپ چمبر نیز اثری بر استحکام شکست یا تطابق لبه‌ای اندوکراون نداشت. همچنین در پاسخ به نیروهای محوری، اندوکروان کامپوزیتی و سرامیکی استحکام شکست مشابهی داشتند. اما در نیروهای طرفی، نتایج حاصل از اندوکروان سرامیکی (از جنس لیتیم دی سیلیکات) مطلوب‌تر بود (۱۰). بررسی آنالیز المان محدود در مورد اثر میزان گسترش به کانال بر روی استحکام شکست نیز حاکی از رابطه مستقیم بین استحکام شکست اندوکروان و میزان گسترش درون کانال داشت (۱۴). در سال ۲۰۲۲ Sahebi و همکاران (۴۰) به مقایسه گیر و مقاومت به شکست در اندوکرون‌های ساخته شده از زیرکونیای ترانسلوسنت و زیرکونیا لیتیوم سیلیکات پرداختند. اندوکرون‌های ساخته شده از زیرکونیای ترانسلوسنت گیر کمتر و مقاومت به شکست بالاتری را نشان دادند.

ز- طول عمر و میزان ماندگاری

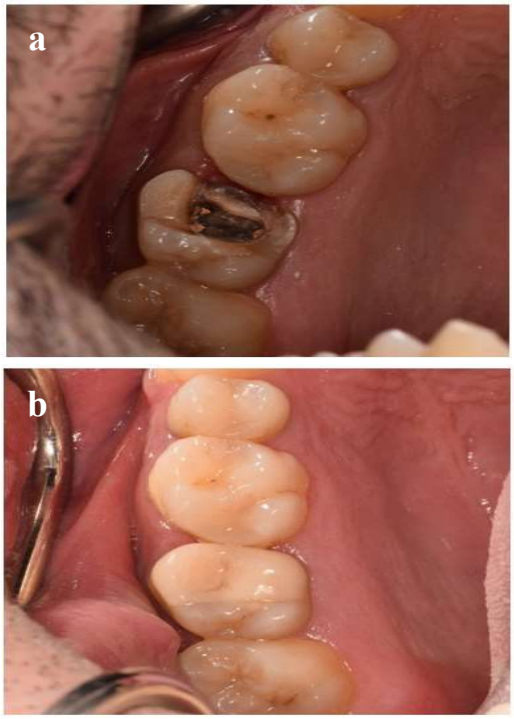
در یک مطالعه مرور سیستماتیک، که توسط Govare و Contrepois (۱۰) در سال ۲۰۱۹ انجام شد نشان داده شد که در تمام مطالعات درمان اندوکران برای دندان‌های مولر و پره مولر ماگزیلا و مندیبل و انسیزورهای ماگزیلا استفاده شده است. کاربرد اندوکران برای دندان کانین فقط در یک مطالعه گزارش شد و در مورد انسیزورهای مندیبل مطالعه‌ای یافت نشد. به نظر می‌رسد علت محدودیت کاربرد در دندان‌های کانین حضور نیروهای خارج مرکزی روی این دندان‌ها و در مورد انسیزورهای مندیبل محدودیت فضای پالپ جهت آماده سازی و تأمین گیر رستوریشن می‌باشد.

مطالعه Bernhart و همکاران (۴۱)، طی یک فالوآپ ۲ ساله، نشان داد که درمان اندوکراون، در دندان‌های مولر اندو شده، یک جایگزین موفق برای کراون خواهد بود. همچنین Biacchi و Basting (۲۳) گزارش کردند که در تقابل با نیروهای فشاری، اندوکراون‌ها مقاومت قابل مقایسه‌ای نسبت به کروان‌ها داشتند. طبق مطالعات پیشین، اندوکراون‌های مولر، طی بررسی ۶ ماه الی ۱۰ ساله، ۹۰٪ ماندگاری

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]



شکل ۵- a, b: آماده سازی محافظه کارانه حفره تراش جهت درمان اندوکراون سرامیکی برای دندان پره مولر دوم راست مندیبل، c, d: عکس پایانی از نمای طرفی و اکلوزال اندوکراون در فالوآپ ۲۱ ماهه



شکل ۶- a: آماده سازی محافظه کارانه حفره تراش جهت درمان اندوکراون سرامیکی برای دندان مولر دوم راست ماگزیلا، b: عکس پایانی از نمای اکلوزال اندوکراون در فالوآپ ۲۱ ماهه

داشتند که این میزان، مشابه با میزان ماندگاری کراون بود. در دندان پرمولر، میزان ماندگاری اندوکراون به ۷۵-۶۸٪ در بازه ۱۰-۵ ساله تقلیل یافت. در حالی که میزان ماندگاری کراون در پرمولرها ۹۵-۹۴ درصد گزارش شده بود. در مطالعه دیگر، پروگنوز درمان اندوکراون نسبت به کراون در دندان‌های پرمولر ضعیف‌تر و در مولرها، مشابه گزارش شد (۱۰) (اشکال ۵ و ۶).

رویکرد بایومیمتیک در درمان اندوکراون

الف- فلسفه دندانپزشکی بایومیمتیک (biomimetic dentistry)

مواد رستوریتیو که بتوانند خصوصیات ساختاری یک دندان سالم را تقلید کنند، باعث می‌شوند دندانپزشک بتواند با کمترین میزان و ساده‌ترین شکل آماده سازی، بدون تراش اضافی و با تکیه بر ادهزیوها، بافت از دست رفته دندان را بازسازی کند. بازسازی دندان با رویکرد بایومیمتیک، برای تأمین استحکام، عملکرد و زیبایی از دندان طبیعی

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

تقلید می‌کند. این رویکرد صرفاً به رستوریشن خاصی محدود نیست و می‌توان در درمان ترمیم با کامپوزیت، رستوریشن‌های partial coverage و حتی کروان نیز از این رویکرد بهره جست. مهارت و نگرش علمی دندانپزشک در کنار انتخاب ماده رستوریتیو مناسب، از ضروریات انجام صحیح درمان در این رویکرد هستند. در رویکرد بایومیمتیک، با استفاده از لوپ – و به طور ارجح، میکروسکوپ – ترک‌های عاجی شناسایی و تا حد امکان حذف می‌شوند. این عمل نه تنها مانع تمرکز استرس نیرو در نواحی ترک می‌شود، بلکه درد و حساسیت بعد درمان را نیز از بین می‌برد و راه نفوذ باکتری‌ها به پالپ را سد می‌کند. در این رویکرد، نیازی به برداشت بافت سالم جهت ایجاد تقارب در حفره نیست. همچنین دندانپزشک می‌تواند از نفوذ پذیری عاج تازه تراش خورده استفاده کند و با انجام پروتکل سیل فوری عاج، قدرت باند بهتری را به عاج تأمین کند. چنین تغییراتی در نحوه آماده سازی و تأمین باند مناسب، مهم‌ترین هدف این رویکرد، که حفظ حداکثر ساختار دندان است را برآورده می‌کند (۴۲). دندانپزشکی ترمیمی بایومیمتیک، بر ۴ اصل تکیه می‌کند: ۱– قدرت باند حداکثری، ۲– سیل لبه ای بلندمدت، ۳– افزایش وایتالیتی پالپ و ۴– کاهش استرس باقی مانده (۴۳).

ب– پروتکل‌های کاهش استرس و افزایش استحکام باند

در جدول ۳، پروتکل‌های کاهش استرس جهت نگهداری از لایه هیبرید و افزایش ماندگاری آن طی فانکشن آورده شده است (۴۷–۴۳). در جدول ۴ نیز، پروتکل‌های مورد نیاز برای افزایش استحکام باند آورده شده است (۴۷–۴۵).

ج) سیل فوری عاج و بالا آوردن لبه عمیق (Immediate Dentin Sealing and Deep Margin Elevation)

عاج تازه تراش خورده در نفوذپذیرترین حالت خود قرار دارد. با باند عاج بلافاصله پس از آماده سازی حفره، می‌توان از حداکثر پتانسیل جهت افزایش استحکام باند به عاج استفاده کرد. به این فرآیند، immediate dentin sealing (IDS) گفته می‌شود. برای سیل فوری عاج، می‌توان از باند نسل ۴ به تنهایی (رویکرد conventional) یا باند نسل ۶ همراه با کامپوزیت فلو جهت محافظت از لایه باند (رویکرد reinforced) استفاده کرد. پس از دستیابی به سیل مطلوب، جهت افزایش قدرت باند و بالغ شدن لایه هیبرید (maturation)، بایستی حداقل ۵ الی ۱۰ دقیقه صبر کرد (decouple with time) (DWT) و سپس کامپوزیت گذاری به شکل لایه لایه آغاز می‌شود. با توجه به این که در این مرحله، عاج بازسازی می‌شود، استفاده از کامپوزیت‌های dentin replacement (مانند everX, GC, Japan) پیشنهاد می‌شود. در نهایت نوار مینایی پیرامون حفره، با فرز اکسپوز می‌شود و پس از پرداخت و پالیش حفره، قالب گیری انجام می‌شود (۴۸).

جدول ۳- پروتکل‌های کاهش استرس

پروتکل	هدف / روش
استفاده از رستوریشن‌های مستقیم / نیمه مستقیم برای جایگزینی مینای اکلوزالی و اینترپروگزیمال	کاهش انقباض پلیمریزاسیون و در نتیجه کاهش استرس‌های باقی مانده
Decouple with time (DWT)	آغاز قراردهی لایه‌های کامپوزیت، حداقل ۵ دقیقه بعد از پلیمریزاسیون باند
استفاده از لایه‌های کامپوزیتی نازک (<۱ میلی متر) برای جایگزینی عاج (با استفاده از کامپوزیت‌های جایگزین عاج یا (dentine replacing composites	به هدف شکل دهی عاج، کاهش پیچیدگی ژئومتری تراش و کاهش c-factor انجام می‌شود.
استفاده از فایبر در کف و دیواره‌ها (در حفرات وسیع)	با کاهش استرس پلیمریزاسیون، مانع تداخل در تثبیت لایه هیبرید می‌شود.
کیور تدریجی و آهسته	کاهش استرس به هیبرید لایر
استفاده از کامپوزیت دوال–کیور	با پلیمریزاسیون آهسته، به تشکیل باندی محکم تر کمک می‌کند.
حذف ترک‌های عاجی (تا ۲ میلی متری DEJ)	تمام ترک‌های عاجی را می‌توان تا عمق ۵ میلی متری از اکلوزال و ۳ میلی متری از دیواره آگزیال حذف نمود (به ناحیه ایجاد شده، peripheral seal zone گفته می‌شود.)
محدود کردن ضخامت رستوریشن نهایی به ۲ میلی متر	کمک به انتقال نیروی بهتر (فشاری) به لایه هیبرید
تعبیه نیروی وارده به صورت عمودی	این مورد در کیس‌های بازسازی راهنمای قدامی با کامپوزیت انجام می‌گیرد.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

جدول ۴- پروتکل‌های افزایش استحکام باند

پروتکل	هدف / روش
تثبیت یک منطقه عاری از پوسیدگی (peripheral seal zone)	منطقه بدون پوسیدگی = ۲-۳ میلی متر پیرامون حفره بدون اکسپوژر پالپ
سطوح سندبلاست شده	افزایش قدرت باند + تغییر الگوی شکست + افزایش باند کامپوزیت به کامپوزیت
بول مینای enamel rods	افزایش نفوذ پذیری مواد conditioning
غیر فعال کردن MMP ها (matrix metalloproteinases)	با استفاده از کلرهگزیدین ۲٪ (۳۰ ثانیه) یا مونومر MDP
استفاده از باندینگ عاجی مناسب	برای تأمین استحکام باند کششی ۲۵-۳۵ مگاپاسکالی به مینا و ۴۰-۶۰ مگاپاسکالی به عاج مسطح، می توان از باندینگ‌های نسل۴ یا ۶ که عملکرد بالینی بهتری دارند استفاده کرد.
سیل فوری عاج	می‌تواند استحکام باند کششی را تا ۴۰۰٪ افزایش دهد.
پوشش رزینی روی عاج سیل شده	جهت اطمینان و محافظت از عاج سیل شده (secure bond) می‌توان از کامپوزیت فلو high filler بر روی ادهزیوهایی با ضخامت لایه‌ای اندک (مانند نسل۶) استفاده کرد. ادهزیوهای نسل ۴، ضخامت کافی (حدود ۸۰ میکرون) داشته و ضرورتی بر قراردهی لایه رزینی بر روی آن‌ها نمی‌باشد.
بالا آوردن لبه عمیق (deep margin elevation)	کمک به دسترسی بهتر لبه حفره عمیق (جهت قالب گیری و سمان کردن)

هنگامی که لبه حفره عمیق باشد، در آماده سازی، قالب گیری و ایزولاسیون چالش ایجاد خواهد شد. بنابراین پیشنهاد شده است با افزودن حداکثر ۰/۵ میلی متر کامپوزیت، لبه بالاتر آورده شود. این فرآیند، deep margin elevation (DME) یا cervical margin relocation (CMR) نام دارد (۴۹). آکادمی دندانپزشکی بایومیمتیک، از لفظ "بایوبیس" (bio-base) برای ساختار کامپوزیتی تهیه شده با استفاده از پروتکل‌های فوق (dentin replacement composites, DME, DWT, IDS) استفاده می‌کند (اشکال ۸ و ۷). فایبرهای پلی اتیلن مانند ribbon، به کاهش استرس و تقویت دیواره‌های حفره حین ساخت بایوبیس کمک می‌کنند. اهمیت استفاده از این فایبرها، در حفرات وسیع آماده سازی در دندان‌های اندو شده، بیشتر است. نکته مهم در استفاده از فایبرها، لزوم عدم اکسپوز شدن فایبر به داخل دهان حین فرم دهی و آماده سازی بایوبیس در مراحل پایانی است (۴۹). پروتکل‌های IDS و DME به اختصار در جداول ۵ و ۶ آورده شده‌اند.

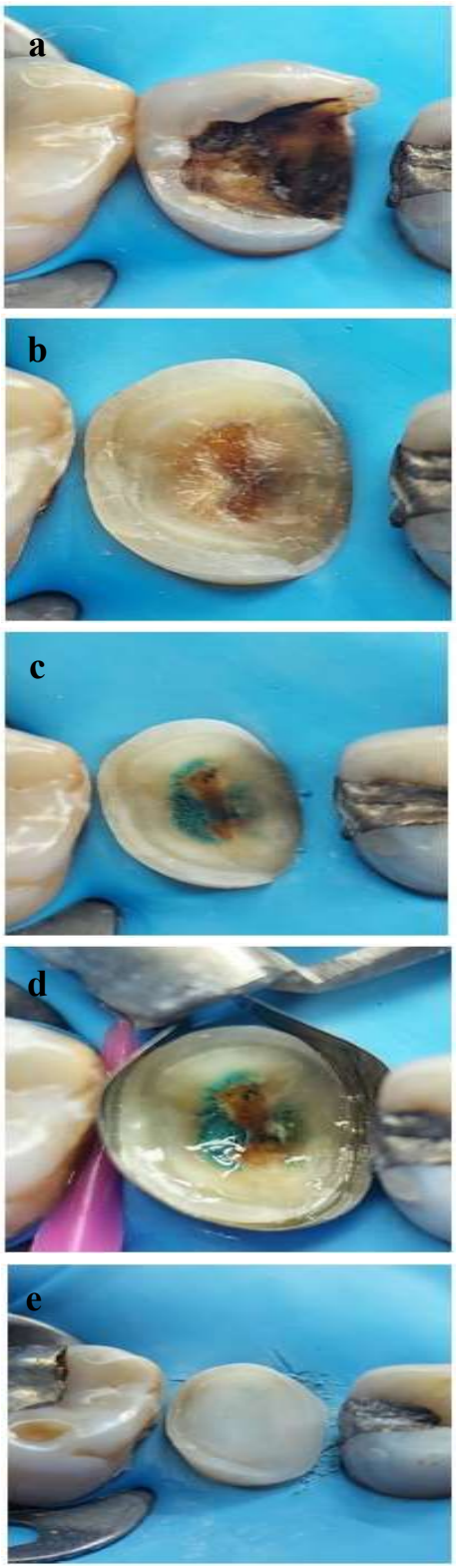
د- نقش مواد

برای درک بهتر نقش مواد مختلف در رویکرد بایومیمتیک، ابتدا باید از الاستیک مودولوس ماده مورد نظر آگاهی داشت. شباهت خصوصیات کامپوزیت به عاج و سرامیک به مینا، باعث شده طبق پروتکل‌ها، ابتدا حفره با کامپوزیت پر شده، سپس رستوریشن غیر مستقیم سرامیکی با ضخامت حداکثر ۲ میلی متر بر روی آن سمان شود. علاوه بر این موارد، سرامیک از جنس لیتیم دی سیلیکات، در این ضخامت، به صورت یکپارچه (monolithic)، نه تنها زیبایی را تأمین می‌کند، بلکه مقاومت به شکست و حذف porcelain chipping را به همراه خواهد داشت (۴۴،۴۵).

ه- فالوآپ

مطالعات بسیاری در حمایت از رویکرد بایومیمتیک در ساخت اندوکراون وجود دارند. هرچند فقدان فالوآپ‌های طولانی در این مطالعات به چشم می‌خورد، اما فلسفه بایومیمتیک و استفاده آن در دندانپزشکی، پدیده‌ای نو ظهور نیست (۴،۵،۴۸). پیشتر نیز به کرّات به حفظ ساختار دندان و استفاده از مواد رستوریتیو شبیه به عاج و مینا در مطالعات اشاره شده بود. اما امروز انتظار می‌رود با پیشرفت در پروسه باند، مخصوصاً با حضور باندینگ‌های عاجی، نتایج متفاوت و ماندگارتری از این رویکرد را شاهد باشیم. انجام مطالعات in-vivo، مخصوصاً مطالعات split-mouth همراه با فالوآپ‌های طولانی قویاً پیشنهاد می‌شود.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]



شکل ۷- ساخت بایوبیس با استفاده از پروتکل‌های IDS و DME
(اقتباس از تصاویر درمانی دکتر آرش طائریان)

شکل ۸- a: آماده سازی حفره با بستن رابردم، b: برداشت ترمیم قدیمی و پوسیدگی، c: ساخت بایوبیس با استفاده از dentine replacement composites و IDS، اکسپوز کردن مینای سرتاسری حفره، d: تحویل رستوریشن سرامیکی لیتیم دی سیلیکات
(اقتباس از تصاویر درمانی دکتر وانیا رسایی)

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

جدول ۵- پروتکل سیل فوری عاج (IDS) با رویکرد reinforced (به ترتیب)

پروتکل	هدف / روش
ایزولاسیون	توصیه شده است حتی آماده سازی حفره هم تحت ایزولاسیون رابردم باشد (به هدف ممانعت از اثرات مخرب پروتئین‌های بزاقی بر روی استحکام باند کششی)
آماده سازی	استفاده از فرز کارباید، لایه اسمیر کم‌تری برجای می‌گذارد.
پرایمر سلف اچ	استفاده به صورت rubbing (۲۰ ثانیه)، سپس ۵ ثانیه پوار هوای ملایم
ادهزیو	قراردهی ادهزیو در سطوح (۲۰ ثانیه)، سپس ۵ ثانیه پوار هوای ملایم و کیور (۱۵ ثانیه)
DWT	شروع کامپوزیت گذاری، بعد از ۵-۱۰ ثانیه از آغاز تشکیل لایه هیبرید
سیل فوری عاج	می‌تواند استحکام باند کششی را تا ۴۰۰٪ افزایش دهد.
پوشش رزینی روی عاج سیل شده	استفاده از کامپوزیت فلو high filler بر روی ادهزیوهایی با ضخامت لایه‌ای اندک (مانند نسل۶) استفاده کرد و در نهایت، کیور لایه رزینی (۲۰ ثانیه)
لایه مانع اکسیژن	گلیسرین یا انوع تجاری مواد بلاک کننده اکسیژن بر روی ساختار بایوبیس قرارداده می‌شوند و هر وجه بایوبیس ۱۰ ثانیه کیور می‌شود.
اکسپوز کردن مینا	نوار مینایی حفره، با برداشت رزین اضافی، اکسپوز می‌شود.

جدول ۶- پروتکل بالا آوردن لبه عمیق (DME)، (به ترتیب)

	پروتکل
۱	ایزولاسیون
۲	برداشت پوسیدگی
۳	قراردهی نوار ماتریکس (البته هر زمان مقدور بود، قراردهی ماتریکس بهتر است پس از کیور ادهزیو انجام شود)
۴	سندبلاست (با فاصله ۲-۱ سانتی متر، ۱۰ ثانیه، حرکات دورانی، ذرات ۵۰ میکرونی آلومینیوم اکساید)
۵	سیل فوری عاج (پوشش رزینی روی عاج سیل شده در صورت نیاز و هدایت رزین با پروب)
۶	افزودن کامپوزیت (حداکثر ۰/۵ میلی متر)

اندوکراون، جایگزین موفقی برای کروان، مخصوصاً در دندان‌های مولر می‌باشد. فارغ از رویکرد سنتی یا بایومیمتیک، این درمان ضمن حفظ حداکثری نسج باقی مانده دندان، الگوی شکست مطلوب‌تری دارد. تکنیک‌ها و مواد جدید، روز به روز جهت کمک به انجام این درمان با حداقل آماده سازی حفره و حداکثر باند مخصوصاً به عاج عرضه می‌شوند. علی رغم فالوآپ‌های محدود از رویکرد بایومیمتیک، به نظر می‌رسد، درمان اندوکروان، فارغ از رویکرد انتخابی، می‌تواند ضمن محافظه کارانه بودن، ماندگاری رستوریشن و دندان را به ارمغان بیاورد.

References

1- Sun J, Ruan W, He J, Lin X, Ci B, Yin S, et al. Clinical efficacy of different marginal forms of endocrowns: study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2019;20(1):454.

2- Rocca GT, Krejci I. Crown and post-free adhesive restorations for endodontically treated posterior teeth: from direct composite to endocrowns. Eur J Esthet Dent. 2013;8(2):156-79.

3- Magne P. Pascal Magne: 'It should not be about aesthetics but tooth-conserving dentistry'. Interview by Ruth Doherty. Br Dent J. 2012;213(4):189-91.

4- Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. Pract Periodontics Aesthet Dent. 1995;7(5):83-94.

5- Bindl A, Mörmann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years-preliminary results. J Adhes Dent. 1999;1(3):255-65.

6- Biacchi GR, Mello B, Basting RT. The endocrown: an alternative approach for restoring extensively damaged molars. J Esthet Restor Dent. 2013;25(6):383-90.

7- Dogui H, Abdelmalek F, Amor A, Douki N. Endocrown: An Alternative Approach for Restoring Endodontically Treated Molars with Large Coronal Destruction. Case Rep Dent. 2018:1581952.

8- Sedrez-Porto JA, Rosa WL, da Silva AF, Münchow EA,

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. J Dent. 2016;52:8-14.

9- Fages M, Bennasar B. The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars. J Can Dent Assoc. 2013;79:d140.

10- Govare N, Contrepois M. Endocrowns: A systematic review. J Prosthet Dent. 2020;123(3):411-8.

11- Tzimas K, Tsiafitsa M, Gerasimou P, Tsitrou E. Endocrown restorations for extensively damaged posterior teeth: clinical performance of three cases. Restor Dent Endod. 2018;43(4):e38.

12- Taha D, Spintzyk S, Schille C, Sabet A, Wahsh M, Salah T, et al. Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness. J Prosthodont Res. 2018;62(3):293-7.

13- Elalem IA, Ibraheem RM, Hamdy AM. Clinical evaluation of the marginal integrity, and internal fit of E-Max endocrown restorations with different marginal preparation designs. J Dent Oral Health. 2019;5(1):1-7.

14- Dartora NR, de Conto Ferreira MB, Moris ICM, Brazão EH, Spazin AO, Sousa-Neto MD, et al. Effect of Intracoronal Depth of Teeth Restored with Endocrowns on Fracture Resistance: In Vitro and 3-dimensional Finite Element Analysis. J Endod. 2018;44(7):1179-85.

15- Elashmawy Y, Aboushelib M, Elshahawy W. Retention of different CAD/CAM endocrowns bonded to severely damaged endodontically treated teeth: An in vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2021;21(3):269-75.

16- Imen D, Zohra N, Anissa BM, Belhassen H, Mounir Ch. Max-CAD Endocrown: Bonding steps. Acta Scientific Dent Sci. 2019;10(3):104-7.

17- Ghajghouj O, Taşar-Faruk S. Evaluation of Fracture Resistance and Microleakage of Endocrowns with Different Intracoronal Depths and Restorative Materials Luted with Various Resin Cements. Materials (Basel). 2019;12(16):2528.

18- Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. J Prosthet Dent. 2006;95(6):430-6.

19- Gregor L, Bouillaguet S, Onisor I, Ardu S, Krejci I, Rocca GT. Microhardness of light- and dual-polymerizable luting resins polymerized through 7.5-mm-thick endocrowns. J Prosthet Dent. 2014;112(4):942-8.

20- Gulec L, Ulusoy N. Effect of Endocrown Restorations with Different CAD/CAM Materials: 3D Finite Element and Weibull Analyses. Biomed Res Int. 2017:5638683.

21- Altier M, Erol F, Yildirim G, Dalkilic EE. Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns. Niger J Clin Pract. 2018;21(7):821-6.

22- Gresnigt MM, Özcan M, van den Houten ML, Schipper L, Cune MS. Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. Dent Mater. 2016;32(5):607-14.

23- Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. Oper Dent. 2012;37(2):130-6.

24- Zoidis P, Bakiri E, Polyzois G. Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report. J Prosthet Dent. 2017;117(3):335-9.

25- Hasanzade M, Moharrami M, Alikhasi M. Evaluation of Marginal and Internal Adaptation of Endocrowns Fabricated from Three Different CAD/CAM Materials. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2019;27(4):164-71.

26- Amini A, Zeighami S, Ghodsi S. Comparison of Marginal and Internal Adaptation in Endocrowns Milled from Translucent Zirconia and Zirconium Lithium Silicate. Int J Dent. 2021:1544067.

27- Dolev E, Bitterman Y, Meirowitz A. Comparison of marginal fit between CAD-CAM and hot-press lithium disilicate crowns. J Prosthet Dent. 2019;121(1):124-8.

28- Papadiochou S, Pissiotis AL. Marginal adaptation and CAD-CAM technology: A systematic review of restorative material and fabrication techniques. J Prosthet Dent. 2018;119(4):545-51.

29- Mounajjed R, M Layton D, Azar B. The marginal fit of E.max Press and E.max CAD lithium disilicate restorations: A critical review. Dent Mater J. 2016;35(6):835-44.

30- Azar B, Eckert S, Kunkela J, Ingr T, Mounajjed R. The marginal fit of lithium disilicate crowns: Press vs. CAD/CAM. Braz Oral Res. 2018;32:e001.

31- Dolev E, Bitterman Y, Meirowitz A. Comparison of marginal fit between CAD-CAM and hot-press lithium disilicate crowns. J Prosthet Dent. 2019;121(1):124-8.

32- Guess PC, Vagkopoulou T, Zhang Y, Wolkewitz M, Strub JR. Marginal and internal fit of heat pressed versus CAD/CAM fabricated all-ceramic onlays after exposure to thermo-mechanical fatigue. J Dent. 2014;42(2):199-209.

33- Gudugunta L, Mynampati P, Jeevan MB, Kumar SM, Akkaloori A, Tejavath SK. The marginal discrepancy of lithium disilicate onlays: Computer-aided design versus press. J Conserv Dent. 2019;22(4):336-9.

34- Tammam R. Investigation the effect of restorations fabricated with cad/cam technology, the heat-press technique, and type of resin cement on marginal and internal adaptation of all ceramic crowns. Egypt Dent J. 2017;63(2):1627-39.

35- The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. J Prosthet Dent. 2017;117(5S):e1-e105.

36- Lin CL, Chang YH, Pa CA. Estimation of the risk of failure for an endodontically treated maxillary premolar with MODP preparation and CAD/CAM ceramic restorations. J Endod. 2009;35(10):1391-5.

37- Tribst JPM, Dal Piva AMO, Madruga CFL, Valera MC, Borges ALS, Bresciani E, et al. Endocrown restorations: Influence of dental remnant and restorative material on stress distribution. Dent Mater. 2018;34(10):1466-73.

38- Dartora G, Rocha Pereira GK, Varella de Carvalho R, Zucuni CP, Valandro LF, Cesar PF, et al. Comparison of endocrowns made of lithium disilicate glass-ceramic or polymer-infiltrated ceramic networks and direct composite resin restorations: fatigue performance and stress distribution. J Mech Behav Biomed Mater. 2019;100:103401.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]

39- Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Valente LL, Cenci MS, Pereira-Cenci T. New material perspective for endocrown restorations: effects on mechanical performance and fracture behavior. Braz Oral Res. 2019;33:e012.

40- Sahebi M, Ghodsi S, Berahman P, Amini A, Zeighami S. Comparison of retention and fracture load of endocrowns made from zirconia and zirconium lithium silicate after aging: an in vitro study. BMC Oral Health. 2022;22(1):41.

41- Bernhart J, Bräuning A, Altenburger MJ, Wrbas KT. Cerec3D endocrowns--two-year clinical examination of CAD/CAM crowns for restoring endodontically treated molars. Int J Comput Dent. 2010;13(2):141-54.

42- Alleman DS, Magne P. A systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry. Quintessence Int. 2012;43(3):197-208.

43- Deliperi S, Bardwell DN, Alleman D. Clinical evaluation of stress-reducing direct composite restorations in structurally compromised molars: a 2-year report. Oper Dent. 2012;37(2):109-16.

44- Zafar MS, Amin F, Fareed MA, Ghabbani H, Riaz S, Khurshid Z, et al. Biomimetic Aspects of Restorative Dentistry Biomaterials. Biomimetics (Basel). 2020;5(3):34.

45- Dionysopoulos D, Gerasimidou O. Biomimetic Dentistry: Basic Principles and Protocols. ARC J Dent Sci. 2020;5(3):1-3.

46- Tirlet G, Crescenzo H, Crescenzo D, Bazos P. Ceramic adhesive restorations and biomimetic dentistry: tissue preservation and adhesion. Int J Esthet Dent. 2014;9(3):354-69.

47- Versluis A, Tantbirojn D, Pintado MR, De Long R, Douglas WH. Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. Dent Mater. 2004;20(6): 554-64.

48- Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. J Prosthet Dent. 2005;94(6):511-9.

49- Magne P, Spreafico RC. Deep margin elevation: a paradigm shift. Am J Esthet Dent. 2012;2(2):86-96.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2026-06-23]