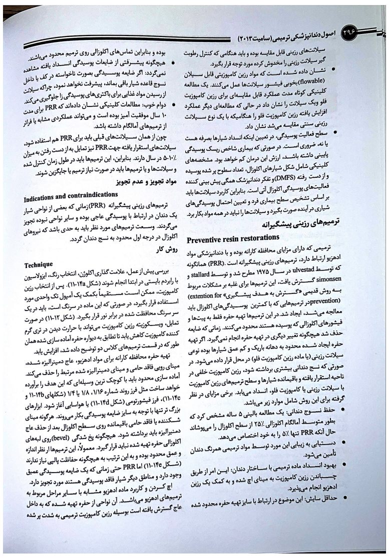
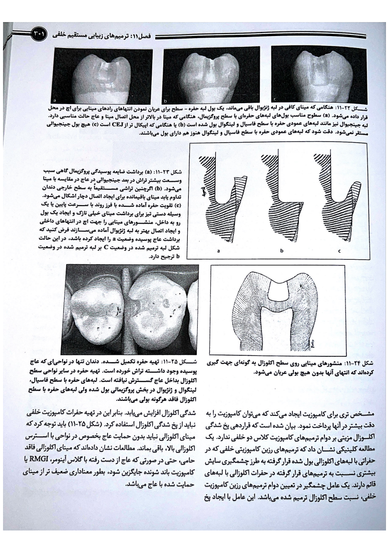
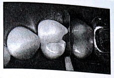






شکل ۳۱-۱۱: ماتریکس‌های قطعه‌ای غیر فعال مستقر و وج‌گذاری شده‌اند. رزین کامپوزیت در امبراژورهای فاسیال و لینگوال با وسیله‌ای نازک مثل IPC شکل دهی می‌شود.

این روش، رزین کامپوزیت در نواحی امبراژورهای فشیال و لینگوال باید به کمک وسیله‌ای با تیغه نازک شکل دهی و حذف اضافات گردد، نمونه چنین وسایلی کارور بین پروگزیمالی (IPC) است که قبل از سخت شدن ماده بکار می‌رود.

استقرار کامپوزیت: روش لایه لایه

Resin composite placement: incremental technique

کامپوزیت لایت کیور (VCL) را باید بصورت لایه‌های جداگانه و به شکلی فزاینده قرار داد تا از سخت شدن اطمینان یافته و از انقباض حین پلیمریزاسیون اضافی جلوگیری شود. سخت کردن قطعه قطعه از اثرات انقباض حین پلیمریزاسیون کم کرده، تطابق لبه‌ای را بهبود بخشیده، نشت لبه‌ای و تغییر شکل کاسپی را کاهش داده و کاسپ‌ها را در برابر شکست‌های احتمالی بعدی مقاومتر می‌سازد، استحکام باند به دیواره‌های حفره را افزایش داده و نهایتاً اینکه حساسیت پس از درمان را کم می‌کند.

یکی از بزرگترین فواید روش پر کردن لایه لایه، اثرش بر شکل حفره یا C-factor می‌باشد. C-factor نسبت نواحی سطحی باند شده به باند نشده ترمیم می‌باشد و نشان داده شده است که اثری اساسی بر استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون دارد (فصل ۹). زمانی که C- factor افزایش یابد، بدین معنی است که سطوح رزین کامپوزیت باند شده به دیواره‌های حفره نسبت به سطوح باند نشده رزین کامپوزیت افزایش یافته و استرس‌های انقباضی هم بطرز چشمگیری افزایش می‌یابند. با استقرارلایه لایه و سخت کردن رزین کامپوزیت، C-factor هر لایه در مقایسه با استقرار و سخت کردن توده ای، کاهش می‌یابد. هنگامی که C-factor کاهش یابد، استحکام باند افزایش می‌یابد. نتیجه نهایی این است که استقرار لایه لایه و سخت کردن ترمیم باند بهتری به دیواره‌های حفره نسبت به هنگامی که حفره توسط رزین کامپوزیت بصورت توده‌ای پر و کیور گردد، فراهم می‌سازد.

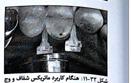
اولین قطعه

First increment

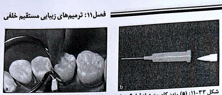
برای قراردهی رزین کامپوزیت باید یک سری دستور العمل‌ها را دنبال کرد. کاربرد صحیح سیستم باندینگ و رزین کامپوزیت در لبه جینجیوال اهمیت حیاتی دارد که بعلت تمایل به ریز نشت در این ناحیه می‌باشد. مطالعه‌ای کلنیکی که موفقیت لبه جینجیوال را در ترمیم‌های کلاس دو بررسی نموده است نشان داد که تنها ٪۲۷ آنها قابل قبول بودند. بنابراین باید روشی را برگزید که پیوند حاصل نموده و اثرات منفی انقباض حین پلیمریزاسیون کاهش دهد. در ابتدا لایه‌ای کامپوزیت با ضخامت کمتر از 1mm روی کف جینجیوال حفره قرار داده می‌شود. لایه نازک اولیه، نوردهی مناسب در ضخامت ماده را تضمین خواهد کرد. در صورتی که یک ماتریکس شفاف و وج برگردان نور مورد استفاده قرار می‌گیرد، اولین دفعات نوردهی باید از سطح صاف انتهای وج صورت بگیرد. در یک مطالعه بیان شده است که یک وج شفاف برگردان نور حدود ۹۵-۹۰ درصد نور وارده به خویش را منتقل خواهد نمود. در حالی که در مطالعه‌ای دیگر این میزان به کمی ٪۶۶ بوده است. بدلیل احتمال استهلاک نور در طول وج، زمان نوردهی باید تا ۵۰ درصد افزایش یابد تا از پلیمریزاسیون کافی اطمینان حاصل شود. تصور بر این است که وج‌های شفاف، نور را به سمت لبه جینجیوال ترمیم هدایت می‌کنند و انقباض پلیمریزاسیون را بدان جهت منحرف می‌نمایند. نشان داده شده است که هنگام قراردهی لبه حفره روی مینا این روش نسبت به نوردهی از سطح اکلوزال تطابق لبه‌ای بهتری را ایجاد می‌کند. البته هنگام قرادهی لبه جینجیوال روی عاج، این روش در کاهش ریز نشت لبه جینجیوال در قیاس با روش‌های دیگر ناموفق بوده است.

بدلیل این که بیشتر وج‌های پلاستیکی صاف و سخت هستند ممکن است به آسانی از موقعیت صحیح بیرون لغزیده و فشار مورد نیاز برای اطمینان از تطابق صحیح در ناحیه جینجیوال نوار ماتریکس را حفظ نکرده و سبب تداوم جداسازی از دندان مجاور نشود. دو روش ممکن است برای حل این مشکل بر این مشکل کمک نمایند. پس از گذاشتن وج پلاستیکی، یک وج چوبی در کنار آن و روی سمت پروگزیمالی که مورد ترمیم نیست نشانده شود. یک روش دیگر، ثابت کردن وج پلاستیکی با اعمال فشار نوک دستگاه انتقال دهنده نور به انتهای وج می‌باشد (شکل ۳۲-۱۱). پس از انجام این عمل وج پلاستیکی وظیفه اش را انجام داده و می‌تواند با وج چوبی جایگزین شود.

در صورتی که یک ماتریکس فلزی انتخاب شود، همه قطعات باید از سمت اکلوزال نوردهی و سخت شوند. نوک هدایت کننده نور دستگاه لایت کیور، باید در این حالت در نزدیکترین فاصله با رزین در حالت سخت شدن قرار گیرد. خروجی نورهای کیور کننده به طور قابل ملاحظه‌ای با فاصله کاهش می‌یابد. ٪۵۰ نور تنها با ۶-۳ میلی متر فاصله از سر هدایتگر نور کاهش می‌یابد. پس از برداشت ماتریکس فلزی، تمامی نواحی پروگزیمال ترمیم جهت حداکثر کیورینگ ترمیم باید مورد نوردهی اضافی قرار بگیرند. رزین کامپوزیت‌هایی که برای کاربرد خلفی به بازار ارائه شده اند، بر اساس ویسکوزیته تفاوت گسترده‌ای دارند. این امر می‌تواند بر تطابق رزین کامپوزیت با دیواره‌های تهیه حفره مؤثر باشد. تطابق رزین کامپوزیت با دیواره‌های



شکل ۳۲-۱۱: هنگام کاربرد ماتریکس شفاف و وج برگردان نور، پلیمریزاسیون آغازین قطعه جینجیوال رزین کامپوزیت از طریق وج صورت می‌پذیرد. انتهای سر هدایت کننده نور را می‌توان برای حفظ فشار روی وج پلاستیکی لغزنده طی پلیمریزاسیون آغازین بکار گرفت. تا اطمینان از برقراری تماس بین پروگزیمال حاصل شود، بدلیل از دست رفتن اشعه در هنگام نور دهی، زمان نوردهی باید تا ½ افزایش یابد.



شکل ۳۳-۱۱: (a) رزین کامپوزیت از قبل گرم شده به داخل حفره بوسیله یک نوک قرار دهی سنتریکس جهت به حداکثر رساندن تطابق با دیواره‌های حفره تزریق می‌شود. (b) یک نوک سرنگی سنتریکس که می‌تواند با بعضی از رزین کامپوزیت‌های گرم شده بکار رود یک نوک فلزی داشته که می‌تواند به آسانی به زوایای مختلف شکل گیرد.

حفره می‌تواند اثر مؤثری بر استحکام باند داشته باشد. بطوری که اگر تطابق تضعیف شده و حباب‌ها افزایش یابند، باند بطور چشمگیری کاهش می‌یابد. غلظت بیشتر رزین کامپوزیت‌ها به شکل معناداری حباب‌های دیواره حفره را در مقایسه با مواد دارای غلظت کم یا متوسط افزایش می‌دهد. رزین کامپوزیت‌هایی که در سرنگ‌ها عرضه می‌شوند، تمایل به ویسکوزیته بیشتری دارند. تکنیک قراردهی نیز می‌تواند مشخص کند که تا چه حد رزین کامپوزیت با دیواره‌های تهیه حفره تطابق مناسب می‌یابد. استفاده از سرپیستون‌های از قبل پر شده (مثل سنتریکس) (شکل ۳۳-۱۱) ویسکوزیته ماده را کاهش داده و بمیزان قابل توجهی از حباب‌های مجاور دیواره‌های تهیه حفره در مقایسه با روش پخش کردن کامپوزیت با اسپاتول پلاستیکی به هدف نشاندن آن یا روش متراکم کردن ماده خواهد کاست.

تزریق یک کامپوزیت بشدت پر شده از طریق یک سر مستقر کننده باریک می‌توان بسیار دشوار باشد، اگر غیر ممکن نباشد. یک روش که جریان رزین کامپوزیت را بداخل حفره تهیه شده افزایش می‌دهد، بکار بردن رزین کامپوزیتی است که قبل از تزریق گرم شده باشد. مقدار مورد نیاز رزین کامپوزیت از یک سرنگ یا یک سر پیش ساخته کامپول به سر سرنگ سنتریکس منتقل می‌شود. سر و کامپوزیت می‌توانند در داخل حمام آب گرم شوند. به هر صورت، سر باید قبل از غوطه وری در کیسه پلاستیکی کوچک سیل شود تا از ماده رزین کامپوزیت در برابر رطوبت محافظت کند. وسیله مطمئن تر برای گرم کردن کامپوزیت بکار بردن یک گرم کننده تجاری کامپوزیت (AdDent و Calset) جهت کاهش ویسکوزیته و افزایش جریان می‌باشد. دمایی که در آن کامپوزیت گرم می‌شود بر اساس ترجیح شخصی می‌باشد اما نوعاً بین ۱۴۰ تا ۱۵۵ درجه فارنهایت (۶۰ تا ۶۸ درجه سانتیگراد) می‌باشد. سپس این ماده می‌تواند توسط سرنگ براحتی به محل وارد شده و ویسکوزیته کاهش یافته آن تطابق رزین کامپوزیت با دیواره‌های حفره را افزایش می‌دهد (شکل a ۳۳-۱۱ را ببینید).

علاوه بر مزایای ذکر شده در بالا برای تزریق رزین کامپوزیت گرم شده (بطور مثال کاهش ویسکوزیته و بهبود جریان رزین کامپوزیت) مزایای دیگر نیز نشان داده شده‌اند. کاربرد رزین کامپوزیت گرم شده سبب کاهش نشت لبه‌ای در ترمیم‌های کلاس دو رزین کامپوزیتی در مقایسه با کاربرد سایر رزین کامپوزیت‌های هم دمای اطاق یا کامپوزیت‌های فلو می‌شود. رزین کامپوزیت گرم شده، کیور بهبود یافته در مقایسه با رزین کامپوزیت هم دمای اطاق نشان می‌دهد. به هر جهت، سرعت بالایی که در آن کامپوزیت گرم شده حرارتش را حین قرارگیری در تماس با دندان از دست می‌دهد تمایل به حداقل رساندن کیور افزایش یافته دارد و این سبب افزایش قابل توجه در انقباض نمی‌شود، به دلیل اینکه بیشتر افزایش دما در رابطه با واکنش کینتیک و گرمای حاصله از دستگاه کیورینگ بوده، رزین کامپوزیت گرم شده میزان دمای افزایش یافته کمی نسبت به آنچه قبلاً اتفاق می‌افتاد، اضافه می‌کند. رزین کامپوزیت در دستگاه گرم کننده پلیمریزه نمی‌شود حتی اگر در ۱۳۰ درجه فارنهایت (۵۵ درجه سانتیگراد) برای ۴ ساعت یا در ۱۵۸ درجه فارنهایت (۷۰ درجه سانتیگراد) برای ۱۵ دقیقه نگهداری شود. نهایتاً اینکه، از پیش گرم کردن رزین کامپوزیت اثر منفی روی استحکام ماده ندارد.

رزین کامپوزیت‌های قابل سیلان

Flowable resin composites

روش دیگری که توصیه شده است کاربرد رزین کامپوزیت‌ها با ویسکوزیته کم یا فلو برای لایه اول حفره پروگزیمالی یا کف پالپی می‌باشد. دلیل اساسی این است که جریان این مواد بیشتر از ترکیبات استاندارد هیبرید بوده و بنابر این بطور آسان و کاملی به تمام نواحی حفره آماده شده تطابق می‌یابند. همچنین، بدلیل محتوای فیلر پایین و ضریب الاستیک کاهش یافته شان، این تئوری مطرح می‌شود که این مواد می‌توانند بعنوان «کاهنده استرس» (stress relievers) جهت جذب نیروهای انقباض پلیمریزاسیون یا نیروهای دوره‌ای عمل کنند. در هر حال، کارآیی این روش نشان داده نشده است. مشکلات متعددی در رابطه با این مواد وجود دارد. به دلیل اینکه این مواد حاوی رزین بیشتری هستند، رزین کامپوزیت‌های فلو انقباض حین پلیمریزاسیون تا حدود ۳ برابر بیشتر از فرمول‌های معمول رزین کامپوزیت هیبرید نشان می‌دهند. این موضوع بطرز چشمگیری سبب ایجاد نیروهای انقباض پلیمریزاسیون بیشتری می‌شود که هر گونه مزیتی که ممکن بود از ضریب الاستیک پایین ناشی شود را بی اثر می‌کند. این مغایرت، روی اتصال رزین کامپوزیت به دیواره‌های حفره اثر گذاشته همانطور که

نشان داده شده است انقباض پلیمریزاسیون و استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون بطور معناداری استحکام باند را کاهش می‌دهند. برای مرتب کردن این موضوع، کامپوزیت‌های دندانی جدیدتری با محتوای فیلر بالاتر توسعه یافتند که استرس انقباضی پایین تری داشتند که از خصوصیاتشان در رابطه با تغییرات خاص در فرمولاسیون شیمیایی شان ناشی می‌شد. کاربرد یک لایه سخت شده از رزین کامپوزیت فلو در ارتباط با ترمیم‌های رزین کامپوزیتی کلاس دو مخلوطی از نتایج را در مطالعات نشت لبه‌ای نشان می‌دهد. بعضی از مطالعات سیل لبه‌ای افزایش یافته و بعضی دیگر سیل جینجیوال تضعیف شده را نشان می‌دهند. به هر صورت اکثر مطالعات مزیتی از کاربرد قطعه سخت شده کامپوزیت فلو بعنوان لایه اول در یک ترمیم کلاس دو رزین کامپوزیتی نشان نمی‌دهند.

بعلاوه، بخاطر محتوای فیلر کمتر، بسیاری از رزین کامپوزیت‌های فلو خصوصیات مکانیکی پایین تری در مقایسه با رزین کامپوزیت‌های سنتی نشان می‌دهند. این موضوع سبب ایجاد نگرانی در مورد این که نیروهای اکلوزالی ممکن سبب افزایش خمش رزین کامپوزیت هیبرید فوقانی که ضریب الاستیک بالاتری داشته، بشود که این بعلت عدم توانایی رزین کامپوزیت فلو برای فراهم کردن پشتیبانی مناسب می‌باشد. در حقیقت، نشان داده شده است که کاربرد یک لاینر رزینی فلو در ارتباط با یک رزین کامپوزیت با ویسکوزیته بالا (packable)، استحکام ماده قابل متراکم کردن (packable) را کاهش می‌دهد.

کاهش ویسکوزیته رزین کامپوزیت‌های فلو تطابق به حفره را افزایش داده ولی می‌تواند سبب اثرات نامطلوب نیز بشود. یک مطالعه نشان داد که کاربرد یک کامپوزیت فلو همیشه سبب هدایت به سمت افزایش وقوع اورهنگ لبه‌ای جینجیوال در حفرات تهیه شده دارای بول کلاس دو می‌شود.

یک نگرانی مضاعف در مورد رزین کامپوزیتهای فلو به رادیو اپاسیتی آنها مربوط می‌شود. یافتن حباب‌ها و ضایعات پوسیدگی راجعه زمانی که ماده ترمیمی رادیواپاسیتی مشابه یا اندکی بیشتر از مینا دارد، به حداکثر می‌رسد. بسیاری از رزین کامپوزیت‌های فلو به استاندارد رادیواپاسیته‌ای حداقل به اندازه مینا نمی‌رسند.

مطالعات کلینیکی با کاربرد رزین کامپوزیت فلو بعنوان اولین لایه‌های ترمیم‌های رزین کامپوزیت خلفی تفاوتی در حساسیت پس از درمان یا عملکرد کلینیکی کلی در مقایسه با کاربرد رزین کامپوزیتهای شدیداً پر شده به تنهایی، نشان نمی‌دهند.

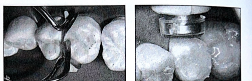
یک توصیه در رابطه با کامپوزیتهای فلو در ترمیم‌های رزین کامپوزیت خلفی روش snowplow نامیده می‌شود. در این روش، لایه اولیه نازک از کامپوزیت فلو روی دیواره‌های جینجیوال و یا پالپال تهیه حفره قرار می‌گیرد این لایه در این مرحله سخت نمی‌شود، اما زمانی که اولین لایه از رزین کامپوزیت ترمیمی بشدت پر شده به داخل رزین کامپوزیت فلو سخت نشده تزریق شده یا هل داده شود، بیشتر رزین کامپوزیتهای فلو توسط کامپوزیت ترمیمی جابجا شده و متعاقباً از تهیه حفره با یک وسیله دستی، میکروبراش یا بریستل براش حذف می‌شود. در نتیجه، بیشتر کامپوزیت فلو و همین طور خصوصیات بالقوه مضرش در تهیه حفره حضور نخواهند داشت. بجای آن، تنها مقدار کمی از رزین کامپوزیت فلو باقیمانده در آن نواحی از حفره باقی می‌ماند که رزین کامپوزیت با ویسکوزیته بالاتر بطور کامل با تهیه حفره تطابق نیافته و به مفهوم دیگر ممکن است حباب در ماده ترمیمی ایجاد شود. سپس لایه ترکیبی از رزین کامپوزیت فلو و رزین کامپوزیت ترمیمی کیور می‌شوند. نشان داده شده است که این روش بطور چشمگیری تشکیل حباب را در قیاس با قراردهی کامپوزیت ترمیمی به تنهایی کاهش می‌دهد. همچنین کاهش معنادار نشت لبه‌ای جینجیوال در ترمیم‌های رزین کامپوزیتی کلاس دو نشان داده شده است وقتی که با کاربرد رزین کامپوزیت ترمیمی به تنهایی و یا با استقرار یک لایه سخت شده رزین کامپوزیت فلو قبل از قرار دهی رزین کامپوزیت ترمیمی مقایسه شود. باید توجه شود که در هر صورت هیچ مطالعه کلینیکی با این روش گزارش نشده است.

خصوصیات فیزیکی و مکانیکی رزین کامپوزیت‌های فلو نسبت به زمان معرفی شان بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. بسیاری از رزین کامپوزیت‌های فلو خصوصیات قابل قیاسی با ترکیبات ترمیمی هیبرید نشان داده‌اند. اخیراً یک رزین کامپوزیت جدید و سیستم انتقال دهنده (sonic fill، kerr) معرفی شده است که یک وسیله خاص را برای رساندن انرژی سونیک به رزین کامپوزیت سخت بکار می‌برد که این کار جهت پخش کردن سریع و راحت کامپوزیت به داخل تهیه حفره می‌باشد. این روش، شبیه روش گرم کردن کامپوزیت، اجازه داده که جریان یک رزین بشدت پر شده بسیار سریعتر جهت پر کردن تطابق با تهیه حفره باشد، بدون اینکه خصوصیات مکانیکی اش مضمحل شود. کامپوزیت‌های فلو خود اتصال یابنده (self-adhesive) جدید نیز ارتقاء یافته اند، این‌ها بجز مرحله اضافه باندینگ با یک ادهزیو جداگانه، تمایل به کاربرد به تنهایی دارند. (Vertise Flow،Kerr، Fusio Liquid، Pentron) بسیار زود است که بدانیم آیا این مواد عملکرد کلینیکی مناسبی نشان می‌دهند. در هر صورت، بسیار واضح است که بدلیل اینکه رزین کامپوزیت‌های فلو در حال ارتقاء می‌باشند، بدون شک کاربردشان در ترمیم‌های خلفی هم افزایش خواهد یافت.

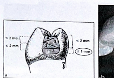
لایه‌های بعدی

Additional increments

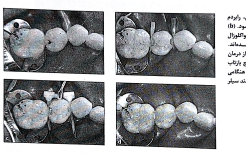
قطعات بعدی باید در ضخامتی کمتر از ۲ میلی متر قرار داده شوند. یک روش استقرار مایل باید در حالی که دسترسی اجازه می‌دهد بکار رود. (شکل ۳۴-۱۱) یک روش استقرار مایل بخاطر استحکام باند بالاتر در قیاس با کاربرد لایه‌های افقی یا استقرار توده‌ای ترجیح داده می‌شود. بعلاوه، تکنیک لایه لایه قرار دادن بطوری که دیواره‌های فشیال و لینگوال بوسیله لایه کامپوزیت در حین کیورینگ در ارتباط باشند، تمایل به نشان دادن تغییر شکل کاسپی بیشتر دارند بخصوص هنگامیکه لایه کامپوزیتی آخر در سطح اکلوزال هر دو دیواره فشیال و لینگوال حفره را درگیر کند. ترمیم باید از سطوح فشیال و لینگوال بعد از برداشت ماتریکس نوردهی شود. (شکل ۳۵-۱۱) در صورت بکارگیری



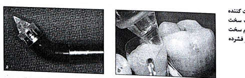
شکل ۳۴-۱۱: (a) در صورتی که ماتریکس فلزی با رزین کامپوزیت نوری استفاده شود، حداقل مقدار در لایه جینجیوال قرار گرفته (1mm) و کیور می‌شود. سپس ماده در لایه‌های مایل بعدی، افزایش داده می‌شود. هیچ کدام از قطعات نباید بیشتر از ۲ میلی متر ضخامت داشته باشند. برای به حداقل رساندن خمشی کاسپی و استرس ناشی از پلیمریزاسیون، هر یک از لایه‌های مایل نباید با هر دو دیواره فشیال و لینگوال حفره تماس داشته باشد. این روش قراردهی را می‌توان با ماتریکس شفاف و وجهی که بازتاب کننده نور است، هم بکار برد. (b) پس از نوردهی قطعه اول قطعه بعدی با یک سرنگ در محل قرار گرفته و به شکل مایل به کمک یک شکل دهنده بین پروگزیمال یا پلاستیک اینسترومنت لغزاننده می‌شود. ماتریکس کامپوزی- تایت و حلقه بکار رفته است و لایه مایل بوسیله شکل دهنده بین پروگزیمال، (IPC) فرم داده شده است.



شکل ۳۵-۱۱: اگر یک ماتریکس فلزی محاط کننده استفاده شود بعد از برداشت ماتریکس ترمیم باید از نواحی لینگوال و فاسیال کیور شود.



شکل ۳۶-۱۱: (a) قبل از انجام درمان، رابردم مستقر گردیده و اکلوژن علامتگذاری می‌شود. (b) حفرات محافظه کارانه مزیواکلوزال و دیستواکلوزال در پرمولر دوم چپ فک پایین تهیه شده‌اند. وجهای چوبی به هدف وج گذاری قبل از درمان مستقر شده‌اند. (c) ماتریکس شفاف و وج بازتاب کننده نور در محل قرار گرفته‌اند. (d) هنگامی که ترمیم‌های رزین کامپوزیت تکمیل شدند سیلر اعمال می‌شود.



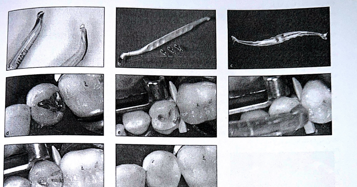
شکل ۳۷-۱۱: نوک‌های مخروطی هدایت کننده نور (a) می‌توانند در داخل رزین کامپوزیت سخت نشده قرار داده شوند (b) تا در هنگام سخت کردن ماده، ماتریکس را روی دندان مجاور فشرده تا تماس پروگزیمال مناسب حاصل شود.

ماتریکس شفاف باید از روش مایل (شکل a ۳۴-۱۱) استفاده کرد و کیورینگ اضافی از سطوح فشیال و لینگوال می‌تواند از میان ماتریکس انجام شده تا از یک کیور همه جانبه اطمینان حاصل شود. وقتی که حفرات پروگزیمالی پر شدند و رزین کامپوزیت پلیمریزه شد.

کانال اکلوزالی در صورت وجود، بصورت لایه لایه پر شده و سخت می‌شود. روش دیگر این است که، بعد از اینکه حفره پروگزیمالی تا سطح کف پالپی پر شد، حفره پروگزیمالی و آماده سازی اکلوزالی می‌تواند بصورت همزمان پرو سخت شوند.

بجز اولین لایه در قسمت جینجیوال حفره پروگزیمالی، لایه بعدی رزین کامپوزیت، نباید در تماس با هر دو دیواره فشیال و لینگوال بصورت همزمان باشند، این کار باعث به حداقل رساندن استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون و تغییر شکل کاسپی می‌شود. شکل ۳۶-۱۱ استقرار ترمیم‌های رزین کامپوزیت خلفی را با کاربرد ماتریکس شفاف و وج‌های برگردان نور توضیح می‌دهد.

یک راه دیگر برای روشهای لایه لایه قرار دادن کاربرد سر لایت کیور مخروطی (conical) است. (شکل ۳۷-۱۱) حفره پروگزیمالی کمی پایین تر از نقطه تماس با کامپوزیت پر می‌شود، سپس نوک مخروطی انتقال دهنده نور به داخل کامپوزیت فرو برده می‌شود. از این مخروط برای فشار



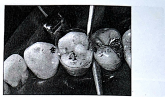
شکل ۳۸-۱۱: نمونه‌هایی از ابزارهای شکل دهنده تماس در کامپوزیت (a) کانتکت پرو (CEJ Dental) (b) تری ماکس (c) (AdDent) اینسترومنت ایجاد کننده تماس پروگزیمال (d) یک تصویر قبل از عمل یک ترمیم آمالگام دیستواکلوزال در پرمولر دوم سمت راست فک پایین که می‌بایست به علت پوسیدگی راجعه برداشته شود. (e) حفره تکمیل شده با ماتریکس و وج در محل (f) لایه اول کامپوزیت در قسمت پروگزیمال حفره آماده سازی شده قرار گرفته است. کنتاکت پرو در داخل کامپوزیت پلیمریزه نشده قرار گرفته و در مقابل اولین مولر فک پایین چرخانده شده و بصورت وج مانند قرار می‌گیرد. کامپوزیت هنگامی که کنتاکت پرو در این وضعیت قرار می‌گیرد کیور می‌شود. (g) بعد از برداشت کنتاکت پرو دقت شود که کامپوزیت کیور شده بین زواید ابزار فرم دهنده کنتاکت، تماس بین پروگزیمالی نهایی را حفظ می‌کند. (h) ترمیم نهایی با تماس پروگزیمالی مناسب.

وارد کردن به نوار ماتریکس و چسباندن آن به دندان مجاور در حین کیورینگ استفاده می‌شود. فضای مخروطی باقی مانده از سر وسیله توسط قطعات بعدی پر می‌شود. این روش جهت اطمینان از تماس کافی پروگزیمال و به حداقل رساندن ضخامت کامپوزیت مورد نوردهی، ایجاد شده است. با وجود این که این روش بطور کامل مورد توجه و آزمایش قرار نگرفته، نتایج مطالعات مزایای متعددی شامل شکل‌گیری کمتر درزهای لبه‌ای نسبت به سایر تکنیک‌های لایه لایه سنتی را نشان داده است. بعلاوه تغییر شکل کاسپی کمتر شده، سختی افزایش و تخلخل کاهش یافته است.

روش مشابه دیگر در کمک به ثبت تماس پروگزیمال، استقرار اولین قطعه در حفره پروگزیمال می‌باشد اما بجای فشار ماتریکس با نوک انتقال دهنده نور مخروطی، ماتریکس بوسیله یک پلاستیک اینسترومنت، کندانسور یا وسیله‌ای مشابه روی سطح دندان مجاور نگهداشته می‌شود. این لایه بعد از اینکه سخت شد، ماتریکس را روی دندان مجاور نگاه می‌دارد تا قطعات بعدی مستقر شوند. بعضی از تولید کنندگان ابزارهای از پیش کانتور داده شده را طراحی کرده‌اند تا یک اثر وج شوندگی در نوار ماتریکس روی سطح دندان مجاور فراهم کنند. این ابزارها برای اطمینان از یک تماس خوب، درحالی که کانتورهای اکلوزوجینجیوالی مناسب را حفظ می‌کنند، طراحی شده‌اند.

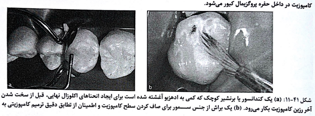
کاربرد گوی‌هایی از رزین کامپوزیت‌های پلیمریزه شده هم برای کمک در تأمین یک تماس بین پروگزیمالی مناسب توصیه شده‌اند. روش معمول لایه لایه تا زمان پر شدن بخش پروگزیمال ترمیم تا اندکی زیر تماس پروگزیمال می‌باشد. سپس گلوله‌ای کوچک و صاف شده از کامپوزیت، روی سطح یک وسیله (مثلا کارورهولن باخ شماره ۱/۲) نوردهی و از پیش سخت می‌شود. یک لایه دیگر از کامپوزیت سخت نشده داخل بخش پروگزیمال حفره گذاشته می‌شود. گلوله از پیش سخت شده محکم به داخل این لایه فشرده شده تا نوار ماتریکس محکم روی دندان مجاور فشرده شود، سپس رزین کامپوزیت سخت می‌شود (شکل ۳۹-۱۱)

توصیه شده است که جایگزینی سطوح مزیال و دیستال بصورت همزمان صحیح نمی‌باشد که این بخاطر دشواری در بدست آوردن تماس مناسب پروگزیمال می‌باشد. این نگرانی وجود دارد که امکان بدست آوردن جدایی بین پروگزیمال کافی برای هر دو سطح پروگزیمال بصورت



شکل ۳۹-۱۱: بکار بردن گلوله‌های رزین کامپوزیت از قبل سخت شده به هدف ایجاد تماس پروگزیمال، مقدار کمی کامپوزیت روی نوک وسیله‌ای (مثل کارور هولن باخ ۱/۲) قرار داده شده و سخت می‌گردد. سپس این ماده به داخل ماده رزین کامپوزیت سخت نشده در حفره پروگزیمال فرو می‌رود. زمانیکه این قطعه با شدت به داخل حفره و در مجاور تماس وج می‌شود کامپوزیت در داخل حفره پروگزیمال کیور می‌شود.

شکل ۴۰-۱۱: قراردهی همزمان ماتریکس‌های قطعه‌ای حلقه مربوط به آن در قسمت‌های مزیال و دیستال یک ترمیم MOD



شکل ۴۱-۱۱: (a) یک کندانسور یا برنشیر کوچک که کمی به ادهزیو آغشته شده است برای ایجاد انحناهای اکلوزال نهایی، قبل از سخت شدن باند در قطعه آخر رزین کامپوزیت بکار می‌رود. (b) یک براش از جنس سمور برای صاف کردن سطح کامپوزیت و اطمینان از تطابق دقیق ترمیم کامپوزیتی به لبه‌های حفره سطح بکار می‌رود.

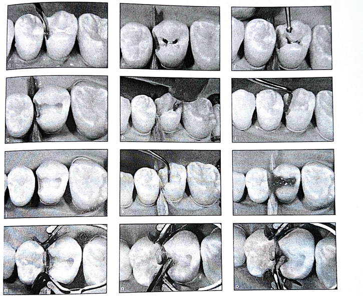
همزمان وجود ندارد. در هر صورت، مطالعات نشان داده‌اند که تماس‌های بهتر هنگامی که سیستم ماتریکس قطعه‌ای با حلقه بصورت همزمان روی نواحی مزیال و دیستال بکار می‌رود بدست می‌آید، تا زمانی که دو سطح بصورت جداگانه انجام شوند.

قطعه نهایی

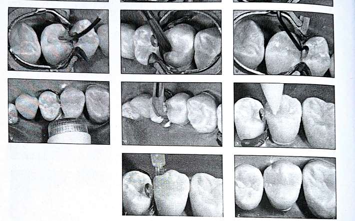
Final increment

کنترل دقیق قطعه نهایی، میزان پرداخت را به حداقل خواهد رساند. تکنیک‌های متعددی برای رسیدن به این هدف سودمند واقع می‌شوند. یک وسیله مخروطی شکل با انتهای گرد (مثل PKT3) که بوسیله ادهزیو رزینی یا یک رزین با ویسکوزیته پایین مرطوب شده است مخصوص جلوگیری از چسبیدن رزین کامپوزیت به وسیله طراحی شده است که می‌تواند برای شکل و فرم دادن سطح اکلوزال قبل از کیورینگ بکار رود (شکل a ۴۱-۱۱ و شکل g ۴۱- ۱۱) بسیار مهم است که تنها لایه نازکی از رزین با ویسکوزیته پایین روی وسیله اعمال شود تا بعنوان لغزنده ساز (لوبریکنت) عمل کند. بهترین روش برای اطمینان از این موضوع این است که یک قطره از رزین را روی یک گاز قرار داده و سپس انتهای وسیله با گاز خشک شود. یک برس با بریستلهای نرم (مثلاً sable) می‌تواند جهت صاف کردن سطح کامپوزیت و بدست آوردن تطابق دقیق رزین کامپوزیت با لبه‌های کاوسورفیس کمک کننده باشد (شکل b ۴۱-۱۱). شکل ۴۲-۱۱ یک مورد تهیه حفره دندانی نسبتاً محافظه کارانه را که با کامپوزیت گرم پر شده است، نشان می‌دهد.

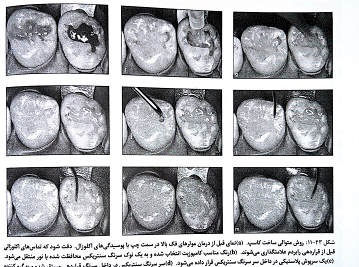
یک روش برای ایجاد آناتومی اکلوزالی و کاهش پرداخت روش بازسازی کاسپ مرحله به مرحله (successive cusp build-up technique) نامیده می‌شود. با این روش، قرار دهی لایه لایه رزین کامپوزیت، همان گونه که در قسمت بعدی توضیح داده شده، به انجام می‌رسد. در هر صورت کلینیسین استقرار لایه‌های مایل و کیورینگ را در نقطه‌ای که باید محل آناتومی پیت و فیشور برای ترمیم نهایی باشد متوقف می‌کند. لایه‌های آخری رزین کامپوزیت برای جایگزینی قسمت‌های از دست رفته شیب‌های داخلی کاسپ‌ها، در محل قرار گرفته و تطابق می‌یابند. برای هر کاسپ این عمل جداگانه انجام می‌شود. رزین کامپوزیتهای Packable به دلیل ویسکوزیته بالایشان در این زمینه به خوبی عمل می‌کنند. رزین کامپوزیتهای Packable می‌توانند تطابق یافته و شکل داده شوند بدون این که قبل از سخت شدن، شره کنند. هنگامی که هر کاسپ بوسیله رزین کامپوزیت بازسازی شد، بطور مختصر (۵ ثانیه) کیور می‌شود تا ماده در محلش ثابت شود. ضروری نمی‌باشد که هر لایه در این مقطع بصورت کامل سخت شود، بخاطر این که کل سطح اکلوزال و بنابراین تمام لایه‌ها،



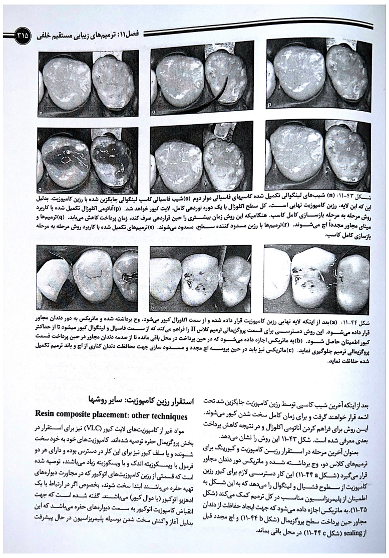
شکل ۴۲-۱۱: (a) فیشورهای اکلوزالی پوسیده و به شدت دمینرالیزه شده و ضایعه حفره دار شده در مزیال پرمولر دوم بالا. (b) آماده سازی پروگزیمال با یک فرز روند شماره ۱/۴ آغاز می‌شود. (c) آماده سازی پروگزیمال اولیه، یک لایه نازک از مینا بجا می‌گذارد. (d) دیواره نازک مینای پروگزیمال یک اکسکویتور قاشقی برداشته می‌شود. (e) آماده سازی سطح اکلوزال آغاز می‌شود. (f) یک فرز روند شماره ۲ با سرعت پایین برای برداشت پوسیدگی استفاده می‌شود. (g) برداشت پوسیدگی تکمیل شده (h) یک فرز پرداخت شماره ۷۴۰۴ برای برداشت مینای بدون حامی و برای صاف کردن لبه‌های حفره سطح بکار می‌رود. هیچگونه بولی روی لبه‌های اکلوزالی تعبیه نمی‌شود. (i) یک GMT برای ایجاد بول لبه ژنژیوال بکار می‌رود. دقت شود که وج برای اینکه اجازه دسترسی برای کار با ابزار را بدهد برداشته می‌شود. (j)حفره کامل شده (k) یک لاینر RMGI که بوسیله اینسرومنت دایکال بر روی عاج قرار گرفته است. (L) اچ اسید فسفریک بعنوان قسمتی از سیستم ادهزیو سه مرحله‌ای اچ و شستشو قرار داده می‌شود. دقت شود که نوار میلار برای محافظت دندان کناری از اچ بکار می‌رود. (m) ترتیب قرار دهی سیستم ادهزیو، یک نوار ماتریکس قطعه ای، وج و حلقه قرار داده شده است. (n) لایه اول، کامپوزیت گرم شده به داخل کف جینجیوال حفره تزریق می‌شود. این لایه به ضخامت ۱ میلی متر یا کمتر محدود می‌شود. (o) سطح لایه به آرامی و بوسیله یک کندانسور گرد که با رزین کیور نشده سیستم ادهزیو آغشته شده صاف می‌شود.



شکل ۴۲-۱۱: (P) لایه کامپوزیت با LED برای ۲۰ ثانیه کیور می‌شود. (q) لایه‌های باقیمانده به یک شکل مایل قرار داده خواهد شد. به این صورت که دیواره‌های باکال و لینگوال حفره با کامپوزیت به هم مرتبط نخواهند شد. در اینجا کامپوزیت به داخل طرف لینگوالی باکس پروگزیمال تزریق می‌شود. (r) باکس پروگزیمال تا حدود لاین انگل اگزیوپالپال با لایه‌های مایل کامپوزیت پر می‌شود. در این ناحیه لایه‌های مایل باقیمانده می‌توانند در عرض کل بعد مزیودیستال حفره امتداد یابند. (s) یک لایه مایل که در عرض کل بعد مزیودیستال حفره امتداد می‌یابد به داخل زاویه لینگو پالپال تزریق می‌شود. (t) هنگامی که لایه‌های اکلوزالی مایل نهایی قرار گرفتند، باید با یک برس با بریستل‌های نرم (fine) صاف شوند و کامپوزیت را در عرض لبه اکلوزالی حفره سطح برای اطمینان از تطابق کامل قرار دهند. (u) قبل از کیور کردن آخرین لایه‌های اکلوزال یک ابزار تیغه‌ای نازک (مثلاً IPC) برای ایجاد آناتومی امبراژور اکلوزالی بکار می‌رود. (v) ترتیب قراردهی لایه‌های کامپوزیتی وج و حلقه برداشته می‌شوند. ماتریکس قطعه‌ای در اطراف سطح پروگزیمال دندان کناری قرار داده می‌شود ترمیم پس از سطوح فاسیال و لینگوال برای اطمینان از کیور کامل کامپوزیت، نوردهی می‌شود. (w) پرداخت با تیغه جراحی شماره B ۱۲ برای برداشت اضافات و شروع اصلاح کانتورها آغاز می‌شود. (X) پرداخت کاملتر، کانتوردهی و پالیش با ابزارهای روتاری به اتمام می‌رسند. (y) ترتیب اچ سطح اکلوزال و همه لبه‌های در دسترس، یک ماده rebonding با غلظت کم اعمال و کیور می‌شود. (z) ترمیم تکمیل شده.



شکل ۴۳-۱۱: روش متوالی ساخت کاسپ. (a)نمای قبل از درمان مولرهای فک بالا در سمت چپ با پوسیدگی‌های اکلوزال. دقت شود که تماس‌های اکلوزالی قبل از قراردهی رابردم علامتگذاری می‌شوند. (b)رنگ مناسب کامپوزیت انتخاب شده و به یک نوک سرنگ سنتریکس محافظت شده با نور منتقل می‌شود. (c)یک سرپوش پلاستیکی در داخل سر سرنگ سنتریکس قرار داده می‌شود. (d)سر سرنگ سنتریکس در داخل سرنگ قراردهی مستقر شده و به گرم کننده کامپوزیت منتقل می‌شود. (e)حفره آماده سازی شده اچ می‌شود. (f)سیستم ادهزیو بر طبق راهنمایی کارخانه سازنده اعمال میشود. (g)رزین کامپوزیت گرم شده به داخل حفره تزریق شده و در لایه‌هایی که ضخیم تر از mm ۲ نمی‌باشد کیور می‌شود. (h)قرار دهی اولیه کامپوزیت گرم شده و کیور شده درسطح پیش بینی شده پیت و فیشورها در ترمیم نهایی، متوقف میشوند. این انواع از ترمیم که به شکل دهی برای آناتومی نهایی نیاز دارند بطور کامل با کامپوزیت گرم پر می‌شوند (قسمت‌های مزیال و سنترال اولین مولر چپ بالا). (i)یک لایه از ترمیم کامپوزیتی (در این مورد، رزین کامپوزیت Packable) به شیب لینگوالی کاسپ دیستوفاسیال اولین مولر چپ بالا، تطابق می‌یابد. (j) یک ابزار کوچک (PKT1)برای شکل دهی آناتومی کاسپ از دست رفته با رزین کامپوزیت بکار می‌رود. ساختار دندانی باقیمانده بعنوان راهنمایی برای جایگزینی شیب‌های کاسپی در حد فیشور بکار می‌رود. شیب کاسپی فاسیال، کاسپ دیستولینگوال قبلاً تکمیل شده است. (k) شیب لینگوالی کاسپ مزیوفاسیال دومین مولر چپ بالا در حد فیشور با رزین کامپوزیت شکل داده میشود. این لایه بطور مختصر کیور می‌شود (۵ ثانیه). (l)شیب لینگوالی کاسپ مزیوفاسیال با رزین کامپوزیت جایگزین میشود. (m)هر کاسپ باقیمانده بطور متوالی ترمیم خواهد شد. در اینجا شیب لینگوالی کاسپ دیستو فاسیال با PKT1 شکل داده می‌شود. این لایه بمدت ۵ ثانیه کیور خواهد شد.



شکل ۴۳-۱۱: (n) شیب‌های لینگوالی تکمیل شده کاسپهای فاسیالی مولر دوم (o)شیب فاسیالی کاسپ لینگوالی جایگزین شده با رزین کامپوزیت. بدلیل این که این لایه، رزین کامپوزیت نهایی است، کل سطح اکلوزال با یک دوره نوردهی کامل، لایت کیور خواهد شد. (p)آناتومی اکلوزال تکمیل شده با کاربرد روش مرحله به مرحله بازسازی کامل کاسپ. هنگامیکه این روش زمان بیشتری را حین قراردهی صرف کند، زمان پرداخت کاهش می‌یابد. (q)ترمیم‌ها و مینای مجاور مجدداً اچ می‌شوند. (r)ترمیم‌ها با رزین مسدود کننده سطح، مسدود می‌شوند. (s)ترمیم‌های تکمیل شده با کاربرد روش مرحله به مرحله بازسازی کامل کاسپ.

شکل ۴۴-۱۱: (a)بعد از اینکه لایه نهایی رزین کامپوزیت قرار داده شده و از سمت اکلوزال کیور می‌شود، وج برداشته شده و ماتریکس به دور دندان مجاور قرار داده می‌شود. این روش دسترسی برای قسمت پروگزیمالی ترمیم کلاس II را فراهم می‌کند که از سمت فاسیال و لینگوال کیور میشود تا از حداکثر کیور اطمینان حاصل شود. (b)به ماتریکس اجازه داده می‌شود که در حین پرداخت در محل باقی مانده تا از صدمه دندان مجاور در حین پرداخت قسمت پروگزیمالی ترمیم جلوگیری نماید. (c)ماتریکس نیز باید در حین پروسه اچ مجدد و مسدود سازی جهت محافظت دندان کناری از اچ و باند ترمیم تکمیل شده حفاظت نماید.

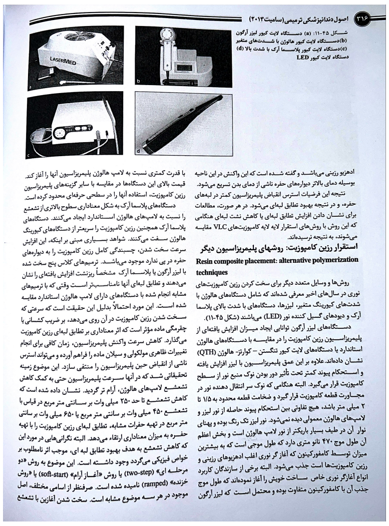
بعد از اینکه آخرین شیب کاسپی توسط رزین کامپوزیت جایگزین شد تحت اشعه قرار خواهند گرفت و برای زمان کامل سخت شدن کیور می‌شوند. این روش برای فراهم کردن آناتومی اکلوزال و در نتیجه کاهش پرداخت بعدی معرفی شده است. شکل ۴۳-۱۱ این روش را نشان می‌دهد.

بعنوان آخرین مرحله در استقرار رزین کامپوزیت و کیورینگ برای ترمیم‌های کلاس دو، وج برداشته شده و ماتریکس دور دندان مجاور قرار می‌گیرد (شکل a ۴۴-۱۱) این کار دسترسی لازم برای کیور رزین کامپوزیت از سطوح فشیال و لینگوال را می‌دهد که به این شکل به اطمینان از پلیمریزاسیون مناسب در کل ترمیم کمک می‌کند (شکل ۳۵-۱۱).به ماتریکس اجازه داده می‌شود که جهت ایجاد حفاظت از دندان مجاور حین پرداخت سطح پروگزیمال (شکل b ۴۴-۱۱) و اچ مجدد قبل از sealing (شکل c ۴۴-۱۱) در محل باقی بماند.

استقرار رزین کامپوزیت: سایر روشها

Resin composite placement: other techniques

مواد غیر از کامپوزیت‌های لایت کیور (VLC) نیز برای استقرار در بخش پروگزیمال حفره توصیه شده‌اند. کامپوزیت‌های خود به خود سخت شونده و یا سلف کیور نیز برای این کار در دسترس بوده و دارای هر دو فرمول با ویسکوزیته اندک و با ویسکوزیته زیاد می‌باشند، توصیه شده است که قسمتی از رزین کامپوزیت‌های اتوکیور که در مجاورت دیواره‌های تهیه حفره می‌باشند ابتدا سخت شوند، بخصوص اگر در ارتباط با یک ادهزیو اتوکیور (یا دوال کیور) می‌باشند. گفته شده است که جهت انقباض کامپوزیت اتوکیور به سمت دیواره‌های حفره می‌باشد که این بدلیل آغاز واکنش سخت شدن بوسیله پلیمریزاسیون در حال پیشرفت



شکل ۴۵-۱۱: (a) دستگاه لایت کیور لیزر آرگون (b)دستگاه لایت کیور هالوژن با شدت‌های متغیر (c)دستگاه لایت کیور پلاسما آرک با شدت بالا (d) دستگاه لایت کیور LED

ادهزیو رزینی می‌باشد و گفته شده است که این واکنش در این ناحیه بوسیله دمای بالاتر دیواره‌های حفره ناشی از دمای بدن تسریع می‌شود.

نتیجه این فرضیات استرس انقباض پلیمریزاسیون کمتر در لبه‌های حفره، و در نتیجه بهبود تطابق لبه‌ای می‌شود. در هر صورت، مطالعات برای نشان دادن افزایش تطابق لبه‌ای یا کاهش نشت لبه‌ای هنگامی که این روش با روش‌های استقرار لایه لایه کامپوزیت‌های VLC مقایسه می‌شوند، به نتیجه نرسیده‌اند.

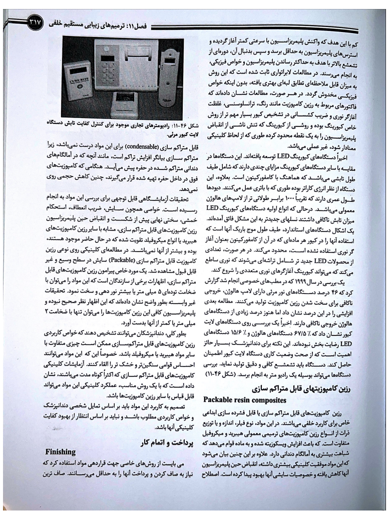
استقرار رزین کامپوزیت: روشهای پلیمریزاسیون دیگر

Resin composite placement: alternative polymerization techniques

روش‌ها و وسایل متعدد دیگر برای سخت کردن رزین کامپوزیت‌های نوری در سال‌های اخیر معرفی شده‌اند که شامل دستگاه‌های هالوژن با شدت‌های کیورینگ متغیر، لیزرها، دستگاه‌های با شدت بالای پلاسما آرک و دیودهای گسیل کننده نور (LED) می‌باشند (شکل ۴۵-۱۱).

دستگاه‌های لیزر آرگون توانایی ایجاد میزان افزایش یافته‌ای از پلیمریزاسیون رزین کامپوزیت را در مقایسه با دستگاه‌های هالوژن استاندارد یا دستگاه‌های لایت کیور تنگستن – کوارتز- هالوژن (QTH) نشان داده‌اند.علاوه بر این عمق پلیمریزاسیون با لیزر افزایش یافته و استحکام پیوند کمتر تحت تأثیر دور بودن نوک منبع نور از سطح کامپوزیت قرار می‌گیرد. البته هنگامی که نوک سر انتقال دهنده نور در مجاورت قطعه کامپوزیت قرار گیرد و ضخامت قطعه محدود به ۱/۵ تا ۲ میلی متر باشد، هیچ تفاوتی بین استحکام پیوند حاصله از نور لیزر و لامپ‌های هالوژن معمولی دیده نمی‌شود. نور لیزر تک رنگ بوده و پهنای نوار آن در طیف بسیار باریکتر از نور لامپ هالوژن است و بخش اعظم آن طول موج ۴۷۰ نانو متری دارد که طول موجی است که به بیشترین میزان توسط کامفورکینون که آغاز گر نوری اغلب ادهزیوهای رزینی و رزین کامپوزیت‌ها است جذب می‌شود. البته برخی از سازندگان کاربرد انواع آغازگر نوری خاص ساخت خویش را آغاز نموده‌اند که طول موج جذب آن با کامفورکینون متفاوت بوده و محتمل است که لیزر آرگون با قدرت کمتری نسبت به لامپ هالوژن پلیمریزاسیون آنها را آغاز کند. قیمت بالای این دستگاه‌ها در مقایسه با سایر گزینه‌های پلیمریزاسیون رزین کامپوزیت، استفاده آنها را در سطحی حرفه‌ای محدود کرده است.

دستگاه‌های پلاسما آرک به شکل معناداری سطوح بالاتری از تشعشع را نسبت به لامپ‌های هالوژن استاندارد ایجاد می‌کنند. دستگاه‌های پلاسما آرک همچنین رزین کامپوزیت را سریعتر از دستگاه‌های کیورینگ هالوژن سفت می‌کنند. شواهد بسیاری مبنی بر اینکه، این افزایش سرعت سخت شدن، چسبندگی کامل رزین کامپوزیت را به دیواره‌های حفره در پی ندارد موجود می‌باشد. ترمیم‌های کلاس پنج سخت شده با لیزر آرگون یا پلاسما آرک مشخصاً ریزنشت افزایش یافته‌ای را نشان می‌دهند و تطابق لبه‌ای آنها نامناسب‌تر است وقتی که با ترمیم‌های مشابه انجام شده با دستگاه‌های دارای لامپ هالوژن استاندارد مقایسه شده است. این مورد احتمالاً بدلیل این حقیقت است که سرعتی که سخت شدن رزین کامپوزیت در آن روی می‌دهد، بر ضریب کشسانی یا چقرمگی ماده مؤثر است که اثر معناداری بر تطابق لبه‌ای رزین کامپوزیت می‌گذارد. کاهش سرعت واکنش پلیمریزاسیون، زمان کافی برای انجام تغییرات ظاهری مولکولی و سیلان ماده را فراهم آورده و می‌تواند استرس ناشی از انقباض حین پلیمریزاسیون را منتفی سازد. این موضوع زمینه تحقیقاتی شد که در آنها سرعت پلیمریزاسیون حتی به کمک کاهش تشعشع لامپ‌های هالوژن، آرام تر گردید. نشان داده شده است که کاهش تشعشع تا حد ۲۵۰ میلی وات بر سانتی متر مربع در قیاس با تشعشع ۴۵۰ میلی وات بر سانتی متر مربع یا ۶۵۰ میلی وات بر سانتی متر مربع در تهیه حفرات مشابه، تطابق لبه‌ای رزین کامپوزیت را با تهیه حفره به میزان معناداری ارتقاء می‌دهد. البته نگرانی‌هایی در مورد این که کاهش تشعشع به هدف بهبود تطابق لبه ای، موجب اثر نامطلوب بر خواص فیزیکی می‌گردد وجود داشته است. این موضوع به روش «دو مرحله ای» (two-step) یا روش «آغاز آرام» (soft-start) یا «روش خزنده» (ramped) نامیده شده است. صرفنظر از اسامی مختلف، اصل موجود در هر سه موضوع مشابه است. سخت شدن آغازین با تشعشع



کم با این هدف که واکنش پلیمریزاسیون با سرعتی کمتر آغاز گردیده و استرس‌های پلیمریزاسیون به حداقل برسد و سپس بدنبال آن، دوره‌ای از تشعشع بالاتر با هدف به حداکثر رساندن پلیمریزاسیون و خواص فیزیکی، به انجام می‌رسند. در مطالعات لابراتواری ثابت شده است که این روش به میزان قابل ملاحظه‌ای تطابق لبه‌ای بهتری یافته، بدون اینکه خواص فیزیکی مخدوش گردد. در هر صورت، مطالعات نشان داده‌اند که فاکتورهای مربوط به رزین کامپوزیت مانند رنگ، ترانسلوسنسی، غلظت آغازگر نوری و ضریب کشسانی در تشخیص کیور بسیار مهم تر از روش خاص کیورینگ بوده و روشی از کیورینگ که تنش ناشی از انقباض پلیمریزاسیون را به یک نقطه محدود کرده طوری که از لحاظ کلینیکی معنادار شود، غیر عملی می‌باشد.

اخیراً دستگاه‌های کیورینگ LED توسعه یافته‌اند. این دستگاه‌ها در مقایسه با سایر دستگاه‌های کیورینگ مزایای چندی دارند که شامل طیف طول تابشی می‌باشد که هماهنگ با کامفورکینون است. بعلاوه، این دستگاه از نظر انرژی کاراتر بوده طوری که با باتری عمل می‌کنند. دیودها طول عمری دارند که تقریباً ۱۰۰۰ برابر طولانی تر از لامپ‌های هالوژن معمولی می‌باشد. درحالی که انواع اولیه دستگاه‌های کیورینگ LED میزان تابش ناکافی داشتند نسلهای جدیدتر به این مشکل فائق آمده‌اند. یک اشکال دستگاه‌های استاندارد، طیف طول موج باریک آنها است که استفاده آنها را در کیور هر ماده‌ای که در آن از کامفورکینون بعنوان آغاز گر نوری استفاده نشده است، محدود می‌کند. در هر صورت، تعدادی از محصولات LED جدید تر شامل تراشه‌ای می‌شوند که نوری ساطع می‌کند که می‌تواند کیورینگ آغازگرهای نوری متعددی را شروع کند.

یک بررسی در سال ۱۹۹۹ که در مطب‌های خصوصی انجام شد گزارش کرد که ۴۶ درصد دستگاه‌های نور مرئی دارای لامپ هالوژن، خروجی ناکافی برای سخت شدن رزین کامپوزیت تولید می‌کنند. مطالعه بعدی افزایشی را در این درصد نشان داد اما هنوز درصد زیادی از دستگاه‌های هالوژن خروجی ناکافی دارند. اخیراً یک بررسی روی دستگاه‌های لایت کیور نشان داد که ٪ ۶۷/۵ دستگاه‌های هالوژن و ٪ ۱۵/۶ دستگاه‌های LED رضایت بخش نبوده‌اند. این نکته برای دندانپزشک بسیار حائز اهمیت است که از صحت وضعیت کاری دستگاه لایت کیور اطمینان حاصل کند. دستگاه باید تشعشع کافی و دقیق تولید نماید. بررسی دستگاه‌ها می‌تواند بوسیله یک رادیو متر به انجام برسد. (شکل ۴۶-۱۱)

رزین کامپوزیتهای قابل متراکم سازی

Packable resin composites

رزین کامپوزیت‌های قابل متراکم سازی یا قابل فشرده سازی ابداعی خاص برای کاربرد خلفی می‌باشند. در این مواد، نوع فیلر، اندازه و یا توزیع ذرات از انواع رزین کامپوزیت‌های ترمیمی معمولی هیبرید و میکروفیل متفاوت است. که باعث افزایش ویسکوزیته شده و به ماده قوام می‌دهد که شباهت بیشتری به آمالگام دندانی دارد. علاوه بر این چنین بیان می‌شود که این مواد موفقیت کلینیکی بیشتری داشته، انقباض حین پلیمریزاسیون آنها کاهش یافته و خصوصیات سایشی آنها بهبود پیدا کرده است. اصطلاح

شکل ۴۶-۱۱: رادیومترهای تجاری موجود برای کنترل کفایت تابش دستگاه لایت کیور مرئی.

قابل متراکم سازی (condensable) برای این مواد درست نمی‌باشد، زیرا متراکم سازی بیانگر افزایش تراکم است، مانند آنچه که در آمالگام‌های دندانی متراکم شده در حفره پیش می‌آید. هنگامی که کامپوزیت‌های فوق در داخل حفره تهیه شده قرار می‌گیرند، چنین کاهش حجمی روی نمی‌دهد.

تحقیقات آزمایشگاهی قابل توجهی برای بررسی این مواد به انجام رسیده است. خواصی همچون سایش، ضریب انعطاف، استحکام خمشی، سختی نهایی پیش از شکست و انقباض حین پلیمریزاسیون رزین کامپوزیت‌های قابل متراکم سازی، مشابه با سایر رزین کامپوزیت‌های هیبرید یا انواع میکروفیلد تقویت شده که در حال حاضر موجود هستند، بوده و بیشتر از آنها نمی‌باشد. در مطالعه‌ای کلینیکی روی نوعی رزین کامپوزیت قابل متراکم سازی (Packable) سایش در سطح وسیع و غیر قابل قبول مشاهده شد. یک مورد خاص پیرامون رزین کامپوزیت‌های قابل متراکم سازی، اظهارات برخی از سازندگان است که این مواد را می‌توان با ضخامت توده‌ای ۵ میلی متر یا بیشتر نور دهی و سخت نمود. تحقیقات غیر وابسته بطور واضح نشان داده‌اند که این اظهار نظر صحیح نبوده و پلیمریزاسیون کافی این رزین کامپوزیت‌ها را می‌توان تنها با ضخامت ۲ میلی متر یا کمتر از آنها بدست آورد.

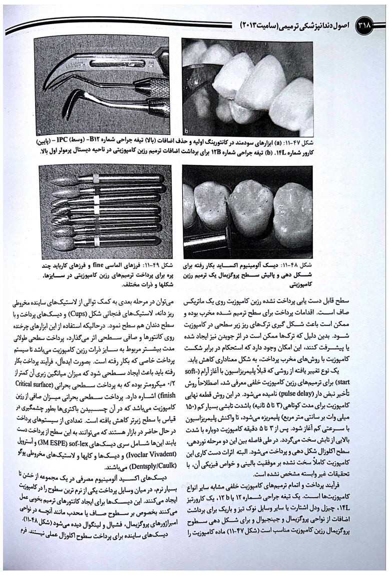
بطور کلی، دندانپزشکان می‌توانند تشخیص دهند که خواص کاربردی رزین کامپوزیت‌های قابل متراکم‌سازی ممکن است چیزی متفاوت با سایر مواد هیبرید یا میکروفیلد باشد. خصوصاً این که این مواد می‌توانند احساس قوامی سنگین‌تر و خشک تر را القاء کنند. آزمایشات کلینیکی کامپوزیت‌های قابل متراکم سازی که اکثراً کوتاه مدت می‌باشند، نشان داده است که با یک روش مناسب، عملکرد کلینیکی این مواد می‌تواند قابل قیاس با سایر رزین کامپوزیت‌ها باشد.

تصمیم به کاربرد این مواد باید بر اساس تمایل شخصی دندانپزشک و خواص کاربردی مطلوب باشد و نباید بر اساس انتظار از بهبود کفایت کلینیکی آنها باشد.

پرداخت و اتمام کار

Finishing

می بایست از روش‌های خاصی جهت قراردهی مواد استفاده کرد که نیاز به صاف کردن و پرداخت آنها را به حداقل می‌رسانند. صاف ترین



شکل ۴۷-۱۱: (a) ابزارهای سودمند در کانتورینگ اولیه و حذف اضافات (بالا) تیغه جراحی شماره B۱۲- (وسط) IPC – (پایین) کارور شماره ۱۴L. (b) تیغه جراحی شماره ۱۲B برای برداشت اضافات ترمیم رزین کامپوزیتی در ناحیه دیستال پرمولر اول بالا.

شکل ۴۸-۱۱: دیسک آلومینیوم اکساید بکار رفته برای شکل دهی و پالیش سطح پروگزیمال یک ترمیم رزین کامپوزیتی

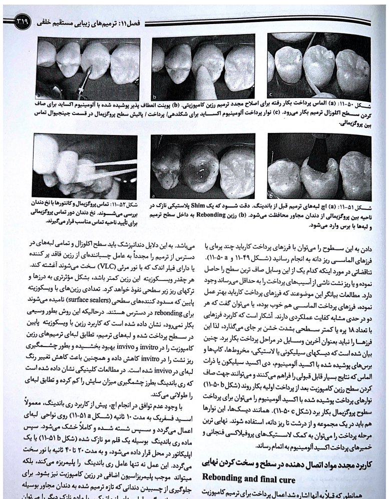
شکل ۴۹-۱۱: فرزهای الماسی fine و فرزهای کارباید چند پره برای پرداخت ترمیم‌های رزین کامپوزیتی در سایزها، شکلها و ذرات مختلف.

سطح قابل دست یابی پرداخت نشده رزین کامپوزیت روی یک ماتریکس صاف است. اقدامات پرداخت برای سطح ترمیم شده مخرب بوده و ممکن است باعث شکل گیری ترک‌های ریز زیر سطحی در کامپوزیت شود. بدین دلیل که ترک‌ها ممکن است در اثر جویدن نیز ایجاد شده یا پیشرفت کنند، این امکان وجود دارد که استحکام در برابر شکست کامپوزیت با روش‌های مخرب پرداخت، به شکل معناداری کاهش یابد.

یک نوع تغییر یافته از روشی که قبلاً پلیمریزاسیون با آغاز آرام (soft-start) برای ترمیم‌های رزین کامپوزیت خلفی معرفی شد، اصطلاحاً روش تأخیر نبض دار (pulse delay) نامیده می‌شود. در این روش قطعه نهایی کامپوزیت برای مدت کوتاهی (۳ تا ۵ ثانیه) باشدت تابشی بسیار کم (۱۵۰ میلی وات بر سانتی متر مربع) پلیمریزه می‌شود، تا واکنش پلیمریزاسیون با سرعتی کم آغاز شود. پس از ۳ تا ۵ دقیقه کامپوزیت دوباره با شدت بالایی از تابش سخت می‌گردد. در طی فاصله بین این دو مرحله نوردهی، سطح اکلوزال شکل دهی و پرداخت می‌شود. البته اثرات دست کاری این کامپوزیت کاملاً سخت نشده بر موفقیت بالینی و خواص فیزیکی آن، با تحقیقات غیر وابسته مشخص نشده است.

فرآیند پرداخت و اتمام ترمیم‌های کامپوزیت خلفی مشابه سایر انواع کامپوزیت‌ها است. یک تیغه جراحی شماره ۱۲ یا b ۱۲، یک کارورتیز ۱۴L، چیزل ودل اشتارت یا سایر وسایل نوک تیز و باریک برای برداشت اضافات از نواحی پروگزیمال و جینجیوال و برای شکل دهی سطوح پروگزیمال رزین کامپوزیت مناسب است (شکل ۴۷-۱۱) ماده کامپوزیت را می‌توان در مرحله بعدی به کمک توالی از لاستیک‌های ساینده مخروطی ریز دانه، لاستیک‌های فنجانی شکل (Cups) و دیسک‌های پرداخت و با سطح دندان هم سطح نمود. درحالیکه استفاده از این ابزارهای چرخنده روی کانتورها و صافی سطحی اثر می‌گذارد، پرداخت سطحی طولانی مدت بیشتر مربوط به سایز ذرات رزین کامپوزیت می‌باشد تا سیستم پرداخت خاصی که بکار رفته است. بصورت ایده‌آل، فرآیند پرداخت بکار رفته باید باعث ایجاد سطحی شود که میزان میانگین زبری آن کمتر از ۰/۲ میکرومتر بوده که به پرداخت سطحی بحرانی (Critical surface finish) اشاره دارد. پرداخت سطحی بحرانی میزان صافی از رزین کامپوزیت می‌باشد که در آن چسبیدن باکتری‌ها بطور چشمگیری در قیاس با سطح زبرتر کاهش یافته است. تعدادی از سیستم‌های پرداخت در حال حاضر در بازار هستند که می‌توانند به این سطح از پرداخت دست یابند این‌ها شامل سری دیسک‌های sof-lex (3M ESPE) و آستروپل (Ivoclar Vivadent) و دیسک‌ها و کاپها و لاستیک‌های مخروطی پوگو (Dentsply/Caulk) می‌باشند.

دیسک‌های اکسید آلومینیوم مصرفی در یک مجموعه از خشن تا بسیار نرم، در میان وسایل پرداخت یکی از نرم ترین سطوح را در کامپوزیت ایجاد می‌کنند. این دیسک‌ها برای ایجاد کانتورهای ترمیم بخوبی عمل می‌کنند بخصوص بر سطوح صاف یا محدب مانند آنچه در نواحی امبرازورهای پروگزیمال، فشیال و لینگوال دیده می‌شود (شکل ۴۸-۱۱). دیسک‌های ساینده برای پرداخت سطوح اکلوزال عملی نیستند. فرم



شکل ۵۰-۱۱: (a) الماس پرداخت بکار رفته برای اصلاح مجدد ترمیم رزین کامپوزیتی. (b) پوینت انعطاف پذیر پوشیده شده با آلومینیوم اکساید برای صاف کردن سطح اکلوزال ترمیم بکار می‌رود. (c) نوار پرداخت آلومینیوم اکساید برای شکلدهی/ پرداخت / پالیش سطح پروگزیمال در قسمت جینجیوال تماس بین پروگزیمالی.

شکل ۵۱-۱۱: (a) اچ لبه‌های ترمیم قبل از باندینگ. دقت شود که یک Shim پلاستیکی نازک در ناحیه بین پروگزیمالی از دندان مجاور محافظت می‌شود. (b) رزین Rebonding به داخل سطح ترمیم و لبه‌ها با برس وارد می‌شود.

شکل۵۲-۱۱: تماس پروگزیمال و کانتورها با نخ دندان بررسی می‌شوند. نخ دندان دور تماس پروگزیمالی برای تأیید ناحیه تماس مناسب قرار می‌گیرند.

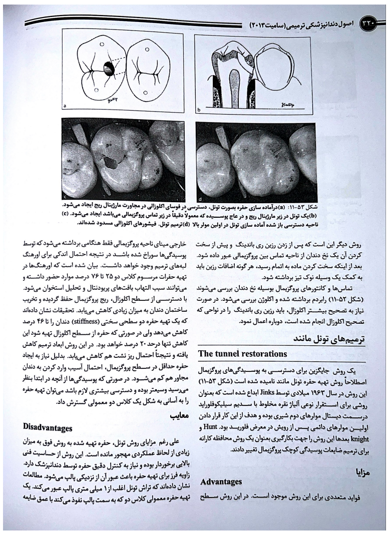
دادن به این سطوح را می‌توان با فرزهای پرداخت کارباید چند پره‌ای یا فرزهای الماسی ریز دانه به انجام رسانید (شکل ۴۹-۱۱ و a ۵۰-۱۱). تناقضاتی در مورد اینکه کدام یک از این وسایل صاف ترین سطح را حاصل نموده و یا ریز نشت ناشی از آسیب‌های پرداخت را به حداقل می‌رساند وجود دارد. مطالعات بیانگر این موضوعند که فرزهای پرداخت کارباید بهتر عمل نموده، فرزهای پرداخت الماسی هم خوب بوده، یا می‌توان گفت که هر دو در حدی مشابه کفایت عملکردی دارند. آشکار است که کاربرد فرزهایی با تعداد ۱۸ پره یا کمتر سطحی بشدت خشن بر جای می‌گذارد، لذا این فرزها را نباید بعنوان آخرین وسایل در مراحل پرداخت بکار برد. چنین بیان شده است که دیسکهای سیلیکونی یا لاستیکی، مخروط‌ها، کاپ‌ها و برس‌های پوشیده شده با اکسید آلومینیوم، دی اکسید سیلیکون یا ذرات الماس که نتایج بسیار قابل قبولی را فراهم می‌کنند و می‌توانند جهت صاف کردن سطح رزین کامپوزیت بعد از پرداخت اولیه بکار روند (شکل b ۵۰-۱۱) نوارهای پرداخت پوشیده شده با اکسید آلومینیوم را می‌توان برای پرداخت سطوح پروگزیمال بکار برد (شکل c ۵۰-۱۱). همانند دیسک‌ها، این نوارها هم باید در یک مجموعه و از درشت تا ریز دانه، استفاده شوند. نهایی ترین مرحله پرداخت را می‌توان به کمک لاستیک‌های پروفیلاکسی فنجانی و خمیرهای پرداخت اکسید آلومینیوم به اتمام رساند.

کاربرد مجدد مواد اتصال دهنده در سطح و سخت کردن نهایی

Rebonding and final cure

همانطور که قبلاً به آنها اشاره شد اعمال پرداخت برای ترمیم کامپوزیت مخربند و نشان داده شده است که اثر منفی بر سایش دارند. همچنین پرداخت قادر به تشدید درزهای لبه‌ای شکل گرفته در حین پلیمریزاسیون می‌باشد. به این دلایل دندانپزشک باید سطح اکلوزال و تمامی لبه‌های در دسترس از ترمیم را مجدداً به عامل چسباننده‌ای از رزین فاقد پر کننده یا دارای فیلر اندک که با نور مرئی (VLC) سخت می‌شوند آغشته کند. هر چقدر ویسکوزیته این رزین کمتر باشد، بشکل مؤثرتری به درزها و ترکهای ریز زیر سطحی نفوذ خواهد کرد. تعدادی رزین‌های با ویسکوزیته پایین که مسدود کننده‌های سطحی (surface sealers) نامیده می‌شوند برای rebonding در دسترس هستند. درحالیکه این روش بطور وسیعی بکار نمی‌رود، نشان داده شده است که کاربرد رزین با ویسکوزیته پایین در سطح پرداخت شده و لبه‌های ترمیم، تطابق لبه‌ای ترمیم‌های رزین کامپوزیت را در invitro و invivo بهبود بخشیده و بطور چشمگیری ریز نشت را در invitro کاهش داده و همچنین باعث کاهش تغییر رنگ لبه‌ای در invivo شده است. در مطالعات کلینیکی نشان داده شده است که ری باندینگ بطرز چشمگیری میزان سایش را کم کرده و تطابق لبه‌ای را طولانی می‌کند.

با وجود عدم توافق در انجام اچ، پیش از کاربرد ری باندینگ، معمولاً اسید فسفریک به مدت ۱۰ ثانیه (شکل a ۵۱-۱۱) روی نواحی لبه‌ای اعمال می‌گردد و سپس شسته شده و کاملاً خشک می‌شود. سپس ماده ری باندینگ بوسیله یک قلم مو نازک شده (شکل b ۵۱-۱۱) یا یک اپلیکاتور در محل قرار داده می‌شود، و به مدت ۲۰ تا ۴۰ ثانیه با نور سخت می‌گردد. این عمل نه تنها عامل ری باندینگ را پلیمریزه می‌کند، بلکه میتواند موجب پلیمریزاسیون اضافی در رزین کامپوزیت نیز بشود. برای جلوگیری از چسبیدن دندانی که تازه ترمیم شده به دندان مجاور بوسیله ماده ری باندینگ ، قطعه‌ای از ماتریکس یا ماده نازک دیگر را می‌توان پیش از انجام فرآیند ری باندینگ در ناحیه بین پروگزیمالی قرار داد.



شکل ۵۳-۱۱: (a)درآماده سازی حفره بصورت تونل، دسترسی در فوسای اکلوزالی در مجاورت مارژینال ریج ایجاد می‌شود. (b)یک تونل در زیر مارژینال ریج و در عاج پوسیده که معمولاً دقیقاً در زیر تماس پروگزیمالی می‌باشد ایجاد می‌شود. (c) ناحیه دسترسی باز شده آماده سازی تونل در اولین مولر بالا (d)ترمیم تونل. فیشورهای اکلوزالی مسدود شده‌اند.

روش دیگر این است که پس از زدن رزین ری باندینگ و پیش از سخت کردن آن یک نخ دندان از ناحیه تماس بین پروگزیمالی عبور داده شود. بعد از اینکه سخت کردن ماده به اتمام رسید، هر گونه اضافات رزین باید به کمک یک وسیله نوک تیز برداشته شود.

تماس‌ها و کانتورهای پروگزیمال بوسیله نخ دندان بررسی می‌شوند (شکل ۵۲-۱۱) رابردم برداشته شده و اکلوژن بررسی می‌شود. در صورت نیاز به تصحیح بیشتر اکلوزال، باید رزین ری باندینگ را در نواحی که تصحیح اکلوزال انجام شده است، دوباره اعمال نمود.

ترمیم‌های تونل مانند

The tunnel restorations

یک روش جایگزین برای دسترسی به پوسیدگی‌های پروگزیمال اصطلاحاً روش تهیه حفره تونل مانند نامیده شده است (شکل ۵۳-۱۱) این روش در سال ۱۹۶۳ میلادی توسط Jinks ابداع شده است که بعنوان روشی برای استقرار نوعی آلیاژ نقره مخلوط با سدیم سیلیکوفلوراید درسمت دیستال مولرهای دوم شیری بوده و هدف از این کار قرار دادن اولین مولرهای دائمی پس از رویش در معرض فلوراید بود. Hunt و knight بعدها این روش را جهت بکارگیری بعنوان یک روش محافظه کارانه برای ترمیم ضایعات پوسیدگی کوچک پروگزیمال تغییر دادند.

مزایا

Advantages

فواید متعددی برای این روش موجود است. در این روش سطح خارجی مینای ناحیه پروگزیمالی فقط هنگامی برداشته می‌شود که توسط پوسیدگی‌ها سوراخ شده باشد در نتیجه احتمال اندکی برای اورهنگ لبه‌های ترمیم وجود خواهد داشت. بیان شده است که اورهنگ‌ها در تهیه حفرات مرسوم کلاس دو ۲۵ تا ۷۶ درصد موارد حضور داشته و می‌توانند سبب التهاب بافت‌های پریودنتال و تحلیل استخوان می‌شود. با دسترسی از سطح اکلوزال، ریج پروگزیمال حفظ گردیده و تخریب ساختمان دندان به میزان زیادی کاهش می‌یابد. تحقیقات نشان داده‌اند که یک تهیه حفره دو سطحی سختی (stiffness) دندان را تا ۴۶ درصد کاهش می‌دهد ولی در صورتی که حفره از سطح اکلوزال تهیه شود این کاهش تنها درحد ۲۰ درصد خواهد بود. در این روش ابعاد ترمیم کاهش یافته و نتیجتاً احتمال ریز نشت هم کاهش می‌یابد. بدلیل نیاز به ایجاد حفره حداقل در سطح پروگزیمال، احتمال آسیب وارد کردن به دندان مجاور هم کم می‌شود. در صورتی که پوسیدگی‌ها از آنچه در ابتدا بنظر می‌رسید وسیعتر بوده و دسترسی بیشتری لازم باشد می‌توان تهیه حفره را به آسانی به شکل یک کلاس دو معمولی گسترش داد.

معایب

Disadvantages

علی رغم مزایای روش تونل، حفره تهیه شده به روش فوق به میزان زیادی از لحاظ عملکردی مهجور مانده است. این روش از حساسیت فنی بالایی برخوردار بوده و نیاز به کنترل دقیق حفره توسط دندانپزشک دارد. زاویه فرز برای تهیه حفره باعث عبور آن از نزدیکی پالپ می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که تراش تونل اغلب از ۱ میلی متری پالپ عبور می‌کند. یک تهیه حفره معمولی کلاس دو که به سمت پالپ نفوذ می‌کند با عمق ضایعه