مروری بر تأثیر روش‌های ونیر کننده زیرکونیا بر میزان شکست رستوریشن‌های زیرکونیایی

دکتر حسینعلی ماهگلی[۱]- دکتر سمیه اللهیاری[۲†]

۱- استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران

۲- استادیار آموزشکده پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران

Comparison between different veneering methods on failure of zirconia restorations; A review

Hoseinali Mahgoli[1], Somayeh Allahyari[2†]

1- Assistant Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2†- Assistant Professor, Department of Prosthodontics Technology, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (somayeh.al@gmail.com)

In recent years, the use of zirconia as a high-strength support for all-ceramic restorations has become widely accepted. The failure of zirconia restorations is mainly due to the weakness of veneering porcelain and other factors such as veneering approach. Except conventional hand layering, other methods such as pressing and digital veneering have been recently introduced and used. Meanwhile, the use of monolithic zirconia with no veneer is also a solution for reducing the rate of failure. The object of this review was to compare the failure of three available methods for veneering zirconia restorations in the literature and to compare with the monolithic zirconia. In the context of this overview, 42 articles were used between the years 2000 through the end of 2016 using the keywords of PubMed, google scholar search engines. In most articles, digital approach is the best way with low failure. mechanical properties of monolithic zirconia are reported to be higher than the zirconia veneered using hand layering method.

Key Words: Veneering ceramic, CAD/CAM, Fracture

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2018;31(1):58-63

† مؤلف مسؤول: تهران- انتهای خیابان امیرآباد- دانشکده دندانپزشکی- دانشگاه علوم پزشکی تهران- گروه آموزشی پروتزهای دندانی

تلفن: ۸۸۰۱۵۹۵۰ نشانی الکترونیک: somayeh.al@gmail.com

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-28]

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از زیرکونیا به عنوان کور ساپورت کننده با استحکام بالا در رستوریشن‌های تمام سرامیک مقبولیت زیادی یافته است. موارد شکست ایجاد شده در رستوریشن‌های زیرکونیایی عمدتاً به دلیل ضعف در توده پرسلن ونیر و عوامل دیگری از جمله روش ونیر می‌باشد. غیر از روش متداول ونیر دستی، روش‌های دیگری از جمله پرس و ونیر دیجیتال اخیراً معرفی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از سویی دیگر استفاده از زیرکونیای مونولیتیک بدون ونیر نیز راه حلی برای کاهش شکست می‌باشد. هدف از این مطالعه، مروری بر مقالاتی بود که به مقایسه سه روش موجود برای ونیرینگ رستوریشن‌های زیرکونیا پرداخته‌اند و مقایسه تأثیر این روش‌ها بر میزان شکست (failure) رستوریشن‌های زیرکونیایی و همچنین مقایسه با زیرکونیای مونولیتیک می‌باشد. در متن این مطالعه مروری ۴۲ مقاله در بازه سال‌های ۲۰۰۰ تا پایان ۲۰۱۶ با استفاده از کلید واژه‌های مرتبط از موتورهای جستجوگر PubMed, google scholar استفاده شدند. در اغلب مقالات، روش ونیرینگ دیجیتالی به عنوان بهترین روش ونیرینگ با کمترین میزان شکست گزارش شده است و همچنین خصوصیات مکانیکی زیرکونیای مونولیتیک بالاتر از زیرکونیای ونیر شونده با روش دستی بوده است.

کلید واژه‌ها: سرامیک ونیر، CAD/CAM، شکست

وصول:۹۶/۰۹/۲۵ اصلاح نهایی:۹۷/۰۱/۲۲ تأیید چاپ:۹۷/۰۱/۲۵

مقدمه

رستوریشن‌های تمام سرامیک تقویت شده به دلیل نیاز روز افزون به زیبایی مورد استفاده زیادی واقع شدند (۱). با وجود استفاده روز افزون از این رستوریشن‌ها هنوز مشکلاتی از قبیل استحکام، ترنسلوسنسی، تطابق مارژینال وخشونت سطحی استفاده از آن‌ها را همچنان محدود نگه داشته است (۲).

زیرکونیا از اوایل دهه ۱۹۹۰ به عنوان ماده کور ساپورت کننده پرسلن به دندانپزشکی معرفی شد. استحکام بالای این ماده باعث شد تا بدون نگرانی از شکست در انواع روکش‌های خلفی و بریج‌ها استفاده شود (۳).

بیشترین میزان شکست کلینیکی در رستوریشن‌های زیرکونیا، شکست توده‌ای (cohesive failure) در لایه ونیر زیرکونیا است که ۲ تا ۹ درصد در روکش‌های تکی و ۳ تا ۳۶ درصد در بریج‌ها می‌باشد (۶-۴).

ضعیف بودن پرسلن ونیر، تفاوت ضریب انبساط حرارتی پرسلن ونیر و کور زیرکونیا، طراحی غلط کوپینگ، فاز سرد شدن سریع و استحکام خمشی پایین پرسلن ونیر نسبت به فریم زیرکونیا از دلایل این شکست هستند (۷-۱۱).

روش‌های جدیدی برای کاهش احتمال وقوع این نوع شکست جهت ونیر کورهای زیرکونیا ابداع شده‌اند که شامل استفاده از کپ سینتر شده با استحکام بالای CAD-CAM به عنوان ونیر زیرکونیا، استفاده از سرامیک‌های پرس شونده و یا استفاده هم زمان از سرامیک پرس شونده و لیرینگ دستی به عنوان ونیر زیرکونیا می‌باشند (۱۲-۱۴).

روش دیگر برای کاهش شکست، استفاده از زیرکونیای مونولیتیک بدون پرسلن ونیر کننده می‌باشد. هدف از این مطالعه مروری، مقایسه میزان شکست (failure) بین رستوریشن‌های زیرکونیایی ونیر شونده با سه روش اصلی شامل CAD-CAM, Pressing و روش متداول hand layering و همچنین مقایسه آن‌ها با زیرکونیای مونولیتیک بدون ونیر می‌باشد.

بر اساس جستجوی ما تا کنون مقاله‌ای به مقایسه این ۴ روش با یکدیگر نپرداخته است. حدود ۸۰ مقاله در بازه سال‌های ۲۰۰۰ تا پایان ۲۰۱۶ با استفاده ازکلید واژه‌های Veneering ceramic, zirconia-based ceramic restoration, CAD/CAM, fracture, pressed ceramics, از موتورهای جستجوگر scopus, pubmed, google scholar استخراج شدند و مقالاتی که طراحی ضعیف داشته و یادآوری نشده بودند و یا به موضوع مطالعه مرتبط نبودند از مطالعه کنار گذاشته شدند. مقالاتی که به بررسی ارتباط روش‌های ونیر بر خصوصیات مکانیکی رستوریشن‌های زیرکونیا پرداخته بودند در اولویت قرار گرفتند و در مجموع از ۴۲ مقاله استفاده شد.

مکانیسم‌های باند ونیر پرسلن به کور زیرکونیا

سه مکانیسم اصلی مؤثر در باند پرسلن به فلز در رستوریشن‌های متال- سرامیک، شامل باند شیمیایی از طریق ایجاد لایه اکسید بر روی فلز، باند مکانیکی از طریق سندبلاست کردن و باند فشاری از طریق تفاوت ضریب انبساط حرارتی بین فلز و پرسلن می‌باشند (۱۵).

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-28]

گفته می‌شود در رستوریشن‌های زیرکونیایی هر سه این مکانیسم‌ها در ایجاد باند دخیل هستند. هرچند که جزئیات آن‌ها هنوز کاملاً شناخته شده نیست به نظر می‌رسد وجود گیر میکرومکانیکی از طریق آماده سازی سطحی کور و ایجاد نفوذپذیری بیشتر برای لایه ونیر عامل باند پرسلن و کور زیرکونیا می‌باشد (۱۶).

طبق مطالعات Gostemeyer (۱۷،۱۸) باند ونیر- زیرکونیا تحت تأثیر استرس‌های باقیمانده حرارتی حین فاز سرد شدن قرار می‌گیرد به خصوص که زیرکونیا هدایت حرارتی کمتری نسبت به فلز دارد. به همین دلیل اکثر سازندگان، پرسلن ونیرینگ زیرکونیا را با ضریب انبساط حرارتی کمتر از کور زیرکونیا ارائه میکنند.

استحکام شکست رستوریشن‌های زیرکونیا

بزرگ‌ترین عیب رستوریشن‌های زیرکونیا شکست پرسلن ونیر می‌باشد. بنابراین استحکام پرسلن ونیر و استحکام باند ونیر به کوپینگ زیرکونیا نقش مهمی در پروگنوز این رستوریشن‌ها ایفا می‌کند (۱۹،۲۰).

دو نوع شکست رایج در مورد رستوریشن‌های زیرکونیایی شامل شکست توده‌ای در پرسلن ونیر و شکست بین لایه ونیر و زیرکونیا می‌باشد. عوامل مؤثر در این شکست‌ها شامل تفاوت ضریب انبساط حرارتی بین ونیر و زیرکونیا، آماده سازی سطحی زیرکونیا، فرآیند سینترینگ و پخت پرسلن ونیر،طراحی کوپینگ زیرکونیا و سایر عوامل می‌باشد (۲۱-۲۵). میزان شکست توده‌ای در لایه ونیر رستوریشن‌های زیرکونیایی بسیار بیشتر از رستوریشن‌های متال- سرامیک است (۲۶). مطالعه Gostemeyer (۱۷) نشان داد که استحکام باند ونیر- زیرکونیا از میزان استحکام توده ای پرسلن ونیر بیشتر است.

روش‌های ونیرکننده در رستوریشن‌های زیرکونیا

- Hand layering:

روش متداول ونیر کور زیرکونیا با استفاده از قلم مو و استفاده از پرسلن فلدسپاتیک روی کور زیرکونیای سینتر شده می‌باشد. اغلب کمپانی‌های سازنده بلوک‌های زیرکونیا، پرسلن فلدسپاتیک ونیر با ضریب انبساط حرارتی مناسب با زیرکونیا ارائه می‌کنند.

روش‌های مختلفی برای آماده سازی سطحی زیرکونیا ارائه شده‌اند که شامل پالیش، سند بلاست، استفاده از پوشش سیلیکا و استفاده از لیزر می‌باشد که برای افزایش باند کور به ونیر استفاده می‌شوند (۲۷-۲۹).

برخی مطالعات به مقایسه استحکام باند در روش ونیر دستی بین محصولات ارائه شده مختلف پرداخته‌اند. در مطالعه‌ای تکنیک ونیر دستی زیرکونیا بین پرسلن‌های سه کمپانی IPS -emax Ceram, IVOCLAR Vita VM9 از VITA و Cerabien از NORITAKE مقایسه شدند و تفاوت آشکاری در استحکام باند برشی (shear bond strength) آنها با کور زیرکونیا دیده نشد (۳۰).

- Pressing:

روش پرس (press) به صورت پایه‌ای مشابه روش پرس پرسلن‌های لیتیم دی سیلیکات است با این تفاوت که پرسلن روی کور زیرکونیا پرس می‌شود. روش کار به این صورت است که ابتدا لاینر مخصوص روی کور زیرکونیای سینتر شده زده می‌شود و سپس لایه ونیر، وکس آپ شده و پس از اینوستینگ در داخل کوره حذف موم می‌شود و پرسلن ونیرینگ روی کور زیرکونیا پرس می‌شود. ابداع این روش به منظور کاهش سیکل‌های پخت پرسلن و کاهش تشکیل حباب در پرسلن ونیرینگ و افزایش استحکام شکست صورت گرفت.

در مطالعه‌ای پرسلن‌های تکنیک پرس در سه کمپانی، IPS e.maxZirPress از IVOCLAR، CZR Press از NORITAKE Vita, PM9 از VITA مورد مقایسه قرار گرفتند و نشان داده شد که سیستم‌های حاوی لوسایت شامل CZR Press و Vita PM9 نسبت به IPS e.maxZirPress که حاوی فلوروآپاتیت است خواص فیزیکی و استحکام بیشتری دارند (۳۱).

- CAD-CAM:

در این روش پرسلن ونیر به صورت دیجیتال طراحی و تراشیده می‌شود و به وسیله پرسلن حد واسط و یا سمان رزینی روی کور زیرکونیا باند می‌شود. ابداع این روش به منظور کاهش تخلخل و افزایش استحکام ونیر رستوریشن‌های زیرکونیایی صورت گرفت و از آنجایی که هر دو مرحله ساخت کور و ونیر توسط دستگاه صورت می‌گیرد مقرون به صرفه‌تر است. طراحی ونیر و کور در این روش به

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-28]

ویژه در بریج‌ها باید با دقت و حساسیت بالایی صورت پذیرد (۳۲).

در مطالعه Hung و Huang (۳۲) استحکام دو پرسلن در تکنیک دیجیتال مقایسه شدند: Vita Rapid Layer Technology (RLT) که پرسلن فلدسپاتیک به کور زیرکونیا با استفاده از سمان رزینی باند می‌شود ازکمپانی ویتا و CAD-on IPS e.max که پرسلن لیتیم دی سیلیکات از ایووکلار با استفاده از یک پرسلن حد واسط با کور زیرکونیا سینتر می‌شود و نشان داده شد که پرسلن لیتیم دی سیلیکات در ضخامت ۰/۷ میلی‌متر همان استحکامی (fracture strenthg) را دارد که فلدسپاتیک در ضخامت ۱ میلی‌متر دارد.

مقایسه روش‌های مختلف ونیرکننده

Beuer و همکاران (۳۳) در مطالعه‌ای به مقایسه سه روش ونیر معرفی شده توسط کمپانی IVOCLAR پرداختند و به این نتیجه رسیدند که روش پرس (zirpress) و روش ونیر دستی که در هر دو از پرسلن ونیر فلورو آپاتیت استفاده شده تفاوتی در استحکام شکست (fracture resistance) روکش‌های تکی نشان ندادند. اما روش CAD-CAM با استفاده از بلوک لیتیم دی سیلیکات (zircad) تفاوت قابل توجهی را نسبت به این دو روش با افزایش استحکام شکست نشان داد.

هم چنین مطالعه Renda و همکاران (۳۴) در مقایسه دو روش ونیر دیجیتالی zircad و تکنیک پرس zirpress کمپانی IVOCLAR نشان داد که ونیر دیجیتالی منجر به استحکام باند کششی (microtensile bond strength) بیشتری نسبت به روش پرس می‌شود. Kanat و همکاران (۳۵) به مقایسه سه روش ونیر در کمپانی VITA پرداختند و نشان دادند که دو روش پرس (Vita PM9) و روش ونیر دستی (Vita VM9) نسبت به روش ونیر دیجیتال که در آن پرسلن ونیر فلدسپاتیک (Vita Mark II 3-OCF-splitting method) روی کور زیرکونیا (In-Ceram YZ VITA Zahnfabrik) با سمان رزینی سمان می‌شود کمتر دچار پریدگی (chipping) می‌شوند.

در مطالعه‌ای دو تکنیک ونیر دستی و پرس در دو سیستم Emax و Lava مقایسه شدند. پرسلن ونیر هر سیستم با کور زیرکونیای سیستم دیگر استفاده شد و نتایج با روکش متال سرامیک مقایسه و مشخص شد که روکش‌های زیرکونیا نسبت به متال سرامیک استحکام باند (shear bond strength) کمتری دارند. روش پرس استحکام باند بیشتری در هر دو سیستم Emax و Lava نسبت به روش دستی دارد. استفاده از ونیر سیستم دیگر منجر به کاهش استحکام باند شد (۳۶).

در مطالعه‌ای دیگر درمقایسه سه تکنیک ونیر در سیستم LAVA بالاترین میزان استحکام باند (shear bond strength) در تکنیک دیجیتال دیده شد (۳۷).

زیرکونیای مونولیتیک

در این نوع زیرکونیا، تمام کانتور رستوریشن از زیرکونیا بوده و نیازی به پرسلن ونیرینگ ندارد. برای افزایش ترنسلوسنسی و زیبایی این نوع رستوریشن از اقداماتی چون رنگ آمیزی، تغییر دمای سینترینگ و فرآیند ساخت استفاده می‌شود که این اقدامات باعث ایجاد تغییراتی در خصوصیات رستوریشن‌های مونولیتیک نسبت به کور زیرکونیایی در رستوریشن‌های ونیر شونده می‌شود از قبیل سایش پذیری و خشونت سطحی، خصوصیات نوری و ترنسلوسنسی، استحکام شکست و سختی و سایر موارد.

مطالعاتی که تا کنون به مقایسه استحکام شکست رستوریشن‌های مونولیتیک نسبت به انواع ونیر شونده پرداخته‌اند اندک بوده و نیاز به مطالعات کلینیکی بیشتری در این زمینه می‌باشد.

Beuer و همکاران (۳۸) نشان دادند که زیرکونیای مونولیتیک پالیش شده یا گلیز شده استحکام (load-bearing capacity) بالاتری نسبت به زیرکونیای ونیر شده دارد.

Sun و همکاران (۳۹) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که زیرکونیای مونولیتیک در ضخامت ۱/۵ میلی‌متر استحکام (load-bearing capacity) ۴۱۰۹/۹۳±۶۱۰/۱۸ بالاتر از متال سرامیک (N۲۲۸۴/۳۵۵±۷۷/۶۰) و زیرکونیای ونیر شونده (N۲۳۰۸/۰±۵۱۰/۹۴). دارد و در ضخامت ۱ میلی‌متر استحکامی برابر با زیرکونیای ونیر شونده دارد.

در مطالعه Johansson و همکاران (۴۰) نیز زیرکونیای مونولیتیک ترسلوسنت (N۳۰۳۸) با زیرکونیای ونیر شده (N۲۲۲۹) و زیرکونیای ترنسلوسنت ونیر شده (N۱۸۰۸) مقایسه شدند که نتایج با اختلاف

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-28]

معنی‌دار به ترتیب ذکر شده از بیشترین تا کمترین استحکام (fracture strength) می‌باشد. de Kok و همکاران (۴۱) نیز نشان دادند که استحکام خمشی و مقاومت به پریدگی پرسلن ونیرینگ در زیرکونیای مونولیتیک که قابلیت ونیر دارد بیشتر از زیرکونیای ونیر شونده است.

نتیجه‌گیری

ساخت رستوریشن‌های زیرکونیایی ازحساسیت تکنیکی بالایی برخوردار است. علاوه بر اینکه عوامل زیادی در شکست رستوریشن‌های زیرکونیایی دخیل هستند، روش‌های تعیین استحکام شکست نیز در مقالات بسیار متنوع بوده و بر خلاف رستوریشن‌های متال سرامیک هنوز روش استانداردی درمورد رستوریشن‌های زیرکونیا ثبت نشده است.

در مورد رستوریشن‌های زیرکونیای ونیر شونده دو روش press on و cad on به تازگی معرفی شده‌اند و مقالات مقایسه‌ای در مورد آن‌ها اندک است اما روش cad on توسط اکثر مقالات به عنوان روشی قابل اعتماد با کمترین میزان شکست معرفی شده است (۳۳،۳۴،۳۷).

با این وجود به دلیل احتمال وجود آندرکات در کوپینگ، طراحی کوپینگ ونیر در این روش دقت بسیار بالایی لازم دارد، بنابراین تمایل به استفاده از زیرکونیای بدون نیاز به ونیر یا همان زیرکونیای مونولیتیک افزایش یافته است. در یک مقاله مروری خصوصیات مکانیکی بالاتری برای زیرکونیای مونولیتیک نسبت به ونیر شونده ذکر شده است اما به دلیل عدم موفقیت در تقلید رنگ مناسب توسط این نوع رستوریشن، فعلاً استفاده از ان به نواحی خلفی محدود شده است (۴۲).

برای مقایسه جامع‌تر بین انواع زیرکونیای ونیر شونده با روش دیجیتالی و زیرکونیای مونولیتیک نیاز به مقالات بیشتری در این رابطه وجود دارد. چرا که در تمامی این مقالات زیرکونیای ونیر شونده با روش دستی با زیرکونیای مونولیتیک مورد مقایسه قرار گرفته است که از استحکام پایین‌تری برخوردار می‌باشد.

منابع:

1- Heintze SD, Cavalleri A, Zellwegera G, Buchler A, Zappinia G. Fracture frequency of all-ceramic crowns during dynamic loading in a chewing simulator using different loading and luting protocols. Dent Mater 2008;24:1352-61.

2- Schley JS, Heussen N, Reich S, Fischer J, Haselhuhn K, Wolfart S. Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to5 yr: a systematic review of the literature. Eur J Oral Sci. 2010;118:443-50.

3- Daou EE. The zirconia ceramic: strengths and weaknesses. Open Dent J. 2014;18(8):33-42.

4- Guess PC, Kulis A, Witkowski S, Wolkewitz M, Zhang Y, Strub JR. Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. Dent Mater. 2008;24(11):1556-67.

5- Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NRAll-ceramic systems: laboratory and clinical performance. Dent Clin North Am. 2011;55(2):333-52.

6- Andreiuolo RF, Sabrosa CE, Dias KR. Dual-scan technique for the customization of zirconia computer-aided design/ computer-aided manufacturing frameworks. Eur J Dent. 2013;7(Suppl 1):S115-8.

7- Fischer J, Stawarczyk B. Compatibility of machined Ce- TZP/Al2O3 nanocomposite and a veneering ceramic. Dent Mater. 2007;23(12):1500-5.

8- Manicone PF, Iommetti PR, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. J Dent. 2007;35(11):819-26.

9- Fischer J, Stawarczyk B, Hämmerle CH. Flexural strength of veneering ceramics for zirconia. J Dent. 2008;36(5):316-21.

10- Tan JP, Sederstrom D, Polansky JR, McLaren EA, White SN. The use of slow heating and slow cooling regimens to strengthen porcelain fused to zirconia. J Prosthet Dent. 2012;107(3):163-9.

11- Cho Y, Raigrodski AJ. The rehabilitation of an edentulous mandible with a CAD/CAM zirconia framework and heatpressed lithiumdisilicate ceramic crowns: a clinical report. J Prosthet Dent. 2014;111(6):443-7.

12- Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings- a new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater. 2009;25(1):121-8.

13- Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II: zirconia veneering ceramics. Dent Mater. 2006;22(9):857-63.

14- Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part 3: double veneer technique. J Prosthodont. 2008;17(1):9-13.

15- Schweitzer DM, Goldstein G, Ricci JL, Silva NR, Hittelman EL. Comparison of bond strength of a pressed ceramic fused to metal versus feldspathic porcelain fused to metal. J Prosthodont. 2005;14:239-47.

16- Guess C, Kulis A, Witkowskia S, Wolkewitz M, ZhangY,

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-28]

Strub JR. Shear bond strengths between different zirconia cores and veneering ceramics and their susceptibility to thermocycling. Dent Mater 2008; 24: 1556-67.

17- Gostemeyer G, Jendras M, Borchers L, Bach FW, Stiesch M, Kohorst P. Effect of thermal expansion mismatch on the Y-TZP/veneer interfacial adhesion determined by strain energy release rate. J Prosthodont Res. 2012;56(2):93-101

18- Göstemeyer G, Jendras M, Dittmer MP, Bach FW, Stiesch M, Kohorst P. Influence of cooling rate on zirconia/veneer interfacial adhesion. Acta Biomater. 2010;6(12):4532-8.

19- Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal–ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: fixed dental prostheses. Clin Oral Implants Res. 2007;18(s3):86-96.

20- Guazzato M, Proos K, Sara G, Swain MV. Strength, reliability, and mode of fracture of bilayered porcelain/core ceramics. Int J Prosthodont. 2004;17(2).

21- Kanat B, Çömlekoğlu EM, Dündar-Çömlekoğlu M, Hakan Sen B, Özcan M, Ali Güngör M. Effect of Various Veneering Techniques on Mechanical Strength of Computer- Controlled Zirconia Framework Designs. J Prosthodont. 2014;23(6): 445-55.

22- Ferrari M, Giovannetti A, Carrabba M, Bonadeo G, Rengo C, Monticelli F, et al. Fracture resistance of three porcelainlayered CAD/CAM zirconia frame designs. Dent Mate. 2014;30(7):e163-8.

23- Komine F, Saito A, Kobayashi K, Koizuka M, Koizumi H, Matsumura H. Effect of cooling rate on shear bond strength of veneering porcelain to a zirconia ceramic material. J Oral Sci. 2010;52(4):647-52.

24- Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Effect of zirconia type on its bond strength with different veneer ceramics. J Prosthodont. 2008;17(4):401-8.

25- Kim HJ, Lim HP, Park YJ, Vang MS. Effect of zirconia surface treatments on the shear bond strength of veneering ceramic. J Prosthet Dent. 2011;10(5):315-22.

26- Özkurt Z, Kazazoğlu E. Clinical success of zirconia in dental applications. J Prosthodont. 2010;19(1):64-8.

27- Nishigori A, Yoshida T, Bottino MC, Platt JA. Influence of zirconia surface treatment on veneering porcelain shear bond strength after cyclic loading. J Prosthet Dent. 2014;112(6):1392-8.

28- Teng J, Wang H, Liao Y, Liang X. Evaluation of a conditioning method to improve core-veneer bond strength of zirconia restorations. J Prosthet Dent. 2012;107(6):380-7.

29- Liu D, Matinlinna JP, Tsoi JK, Pow EH, Miyazaki T, Shibata Y, et al. A new modified laser pretreatment for porcelain zirconia bonding. Dent Mater. 2013;29(5):559-65.

30- Aalaei S, Nematollahi F, Vartanian M, Beyabanaki E. Comparative Study of Shear Bond Strength of Three Veneering Ceramics to a Zirconia Core. J Dent Biomater. 2016;3(1): 186-91.

31- Christensen RP1, Ploeger BJ. A clinical comparison of zirconia,metal and alumina xed-prosthesis frameworks veneeread with layered or pressed ceramic: a three-year report. J Am Dent Assoc. 2010;141(11):1317-29.

32- Hung CY, Huang YS. Effect of veneering techniques on ceramic fracture of zirconia restoration. J Prosthodont Imp. 2012;1(2):66-70.

33- Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings-a new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater. 2009;25(1):121-8.

34- Renda JJ, Harding AB, Bailey CW, Guillory VL, Vandewalle KS. Microtensile Bond Strength of Lithium Disilicate to Zirconia with the CAD-on Technique. J Prosthodont. 2015;24(3):188-93.

35- Kanat-Ertürk B, Çömlekoğlu EM, Dündar-Çömlekoğlu M, Özcan M, Güngör MA. Effect of veneering methods on zirconia frame work-Veneer ceramic adhesion and fracture resistance of single crowns. J Prosthodont. 2015;24(8):620-8.

36- López-Mollá MV, Martínez-González MA, Mañes-Ferrer JF, Amigó-Borrás V, Bouazza-Juanes K. Bond strength evaluation of the veneering-core Ceramics bonds. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2010;1;15(6):e919-23.

37- Sim JY, Lee WS, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Evaluation of shear bond strength of veneering ceramics and zirconia fabricated by the digital veneering method. J Prosthodont Res. 2016;60(2):106-13.

38- Beuer F, Stimmelmayr M, Gueth JF, Edelhoff D, Naumann M. In vitro performance of full-contour zirconia single crowns. Dent Mater. 2012;28(4):449-56.

39- Sun T, Zhou S, Lai R, Liu R, Ma S, Zhou Z, et al. Load-bearing capacity and the recommended thickness of dental monolithic zirconia single crowns. J Mech Behav Biomed Mater. 2014;35(3):93-101.

40- Johansson C, Kmet G, Rivera J, Larsson C, Vult Von Steyern P. Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns. Acta Odontol Scand. 2014;72(2):145-53.

41- de Kok P, Kleverlaan CJ, de Jager N, Kuijs R, Feilzer AJ. Mechanical performance of implant-supported posterior crowns. J Prosthet Dent. 2015;114(1):59-66.

42- Malkondu Ö, Tinastepe N, Akan E, Kazazoğlu E. An overview of monolithic zirconia in dentistry. Biotechnology &Biotechnological Equipment. 2016;30(4):644-52.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-07-28]