

کاربرد مواد تمام سرامیکی در دندانپزشکی

منیژه محمدیان

استادیار گروه زیست مواد دندانپزشکی، دانشکده
دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی
البرز، کرج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۱۰/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۲

چکیده

افزایش روز افزون تقاضای بیماران به درمانهای زیبایی باعث شده تا رستوریشنهای دندانپزشکی به سمت استفاده از مواد تمام سرامیکی حرکت نماید. گسترش رستوریشنهای تمام سرامیکی طی دهه اخیر مفهوم زیبایی در دندانپزشکی را متحول ساخته است. پیشرفت‌های اخیر در روش‌های ساخت و پردازش سرامیک، باعث توسعه و رشد تکاملی مواد تمام سرامیکی با خصوصیات بیومکانیکی برتر شده است. امروزه تحقیقات گسترده‌ای در جهت تقویت استحکام، زیبایی، دقت ابعادی و توانایی این رستوریشن‌ها در اتصال قابل اعتماد با بسترهای مختلف دندانپزشکی در حال انجام می‌باشد. در حال حاضر مواد و سیستمهای تمام سرامیکی مختلفی برای مصارف بالینی در دسترس هستند. در این مقاله مروری، تکامل و توسعه مواد تمام سرامیکی، طبقه‌بندی و بهبود استحکام آنها مورد بررسی قرار گرفته است. درمان موفقیت آمیز رستوریشن‌های تمام سرامیکی، به عوامل مختلفی از جمله عملکرد پزشک، مواد مورد استفاده، تکنیک‌های ساخت و شرایط بالینی فرد بستگی دارد. در عین حال، مطالعات بالینی بیشتر برای توسعه مواد و سیستم‌های تمام سرامیکی توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: مواد تمام سرامیکی، زیرکونیا، گلاس سرامیک، مواد دندانپزشکی

*نویسنده مسئول:

استادیار گروه زیست مواد دندانپزشکی،
دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم
پزشکی البرز، کرج، ایران

۰۲۶۳۳۵۳۱۶۱۴

E-mail: dr.mohamadian77@gmail.com

مقدمه

نیاز جامعه دندانپزشکی به مواد دندانی به روز و کارآمد، که سهولت کار دندانپزشکان و افزایش آسایش بیماران را فراهم سازد، باعث ایجاد رقابت پایدار بین شرکت‌های تجاری مختلف در زمینه تحقیق و توسعه، بازاریابی و قیمت محصولات شده است و پیشرفت‌های تکنولوژیکی مداوم در مواد دندانپزشکی را ایجاد کرده است.^{۱-۳} این عوامل باعث شده تا رقابت در تولید مواد دندانپزشکی به یک میدان بسیار پویا و هیجان انگیز تبدیل شود. محققین مارکتینگ پیش بینی کرده اند که تا چند سال آینده، جایگاه مواد ترمیمی، سمان‌های دندانی، باندینگ‌ها و مواد تشکیل دهنده کور به میزان قابل توجهی افزایش خواهد یافت.^{۳-۱}

از میان پرمخاطب‌ترین مواد، زیرکونیا (ZrO_2)، سرامیک لیتیوم دی سیلیکات، گلاس سرامیک‌ها، گلاس سرامیک‌های اینفیلتره (Glass-infiltrated ceramics) و هیبریدها، از اهمیت بالایی برخوردارند.^{۴-۱۱} بررسی تحقیقات انجام شده، اختراعات ثبت شده و شرایط مارکتینگ مواد سرامیکی نشان می‌دهد که سرامیک‌های دندانی یک میدان محرک بالقوه برای فناوری پیشرفته و توسعه آینده دندانپزشکی است.^{۱۲-۱۵} بنابراین کاربرد فناوری در زمینه مواد سرامیکی، تولید ترمیم‌های بدون فلز از مواد تمام سرامیکی را امکان پذیر کرده است.^{۱۳} پیشرفت‌های کیفی در خواص مواد تمام سرامیکی، از جمله زیبایی ظاهری، عدم واکنش شیمیایی، زیست سازگاری، هدایت حرارتی کم و همچنین خواص مکانیکی مطلوب مانند استحکام خمشی بالا و مقاومت در برابر سایش باعث ارجحیت این مواد نسبت به متال سرامیکها شده است.^{۱۶}

با توجه به خواص بی نظیر فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی، استفاده از رستوریشن‌های تمام سرامیک روز به روز در حال افزایش بوده و برخلاف گذشته که از رستوریشن‌های تمام سرامیک بدلیل داشتن ترانسلسوسنی و ظاهری زیبا و شباهت با دندانهای طبیعی در ناحیه قدامی استفاده می‌شد، امروزه با بهبود خواص مکانیکی و افزایش استحکام سرامیک‌ها می‌توان آنها را در نواحی مولرها و حتی به عنوان جایگزینی برای کورهای فلزی استفاده نمود.^{۱۷}

سیستم‌های تمام سرامیکی با استحکام بالا برای پروتزهای

پارسیل ثابت (FPD) جهت جایگزینی دندان‌های از دست رفته اهمیت دارند.^{۱۸} توانایی ساخت ترمیم در خارج از دهان، دامنه مواد موجود برای استفاده توسط دندانپزشک را گسترش می‌دهد.^{۱۹} طبق گزارش انجمن پروستودانتیکس‌های آمریکا، در حال حاضر از تعداد کراون و پروتزهای ثابتی که در آمریکا تولید می‌شود، به میزان ۸۰/۲٪ رستوریشن‌های تمام سرامیکی، ۱۶/۹٪ متال سرامیک، ۲/۲٪ تمام ریختگی (full-cast) و ۰/۷٪ رزین کامپوزیت‌ها (RBC) هستند.^{۲۰}

در حال حاضر، تقاضا برای رستوریشن‌های زیبایی به طرز چشمگیری افزایش یافته و در نتیجه توسعه مواد ترمیمی عاری از فلز و تمام سرامیک به سرعت در حال پیشرفت می‌باشد.^{۱۹} با این وجود، اگرچه در مطالعات مختلفی گزارش شده است که ترمیم‌های سرامیکی یک گزینه درمانی موفق برای بیماران است، اما باید برخی از محدودیت‌های مهم مانند شکستگی کراون، شکسته شدن اتصال و از بین رفتن گیر (Retention) در نظر گرفته شوند. انتخاب این مواد نیاز به دانش و تجربه کافی در مورد خصوصیات آنها، و انتخاب مناسب بیمار دارد.^{۱۵}

در این مقاله مروری، ویژگی‌های ترمیم‌های تمام سرامیکی از جمله تکامل و توسعه مواد، فناوری و چگونگی بهبود استحکام رستوریشن‌های تمام سرامیکی با توجه به دوام، کاربرد، استحکام، رنگ و زیبایی ارائه شده است. در مطالعه حاضر، مقالات تحقیقاتی منتشر شده در پایگاه داده Medlin، Scopus و PubMed تا سال ۲۰۱۹، در زمینه سرامیک‌های دندانی که مبتنی بر شواهد متمرکز و کاربردی بود، مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی همچنین مواد سیستم‌های مختلف سرامیکی را که در حال حاضر برای کاربردهای بالینی در دسترس می‌باشد را مورد توجه قرار داده است.

سیر تکاملی مواد تمام سرامیک

لغت سرامیک از کلمه یونانی "Keramos" گرفته شده است که به معنای واقعی "مواد سوخته" است اما به معنای خاص تر به عنوان ماده تولید شده توسط سوزاندن یا پختن در کوره می‌باشد.^{۲۱} بعد از اولین ساخت یک دندان مصنوعی کامل با استفاده از پرس‌لن توسط الکسیس دوچاتو (Alexis Duchateau) در سال ۱۷۷۴، تعداد زیادی از پرس‌لن‌های دندانپزشکی ساخته شده است. تقریباً شصت سال

یا مخلوطی از ذرات رس و پودر ساخته می‌شدند و انقباض (Shrinkage) قطعات تولید شده از چنین مواد اولیه‌ای باعث شکست در این مواد می‌شد که از اواسط دهه ۱۹۸۰ روش‌های مختلفی با استفاده از فناوریهای پیشرفته برای مقابله و جلوگیری از انقباض و بهبود خواص سرامیک‌ها و ساخت پروتزهای مناسب ارائه شده است.^{۲۴، ۲۶} تلاش‌های فراوان در این زمینه منجر به توسعه اولین سرامیک قابل پردازش CAD/CAM ساخت شرکت Vita Zahnfabrik آلمان در سال ۱۹۸۵ گردید.^{۲۷، ۲۸}

آخرین پیشرفت بزرگ فناوری در بازار، معرفی زیرکونیا بود، مواد آلومینا و زیرکونیا با ترکیب گلاس زیبایی مطلوبی را ایجاد نمود.^۲ بعد از آن سیستم‌های سرامیک جدید حاوی زیرکونیا (ZrO_2) و کامپوزیت‌های ساخته شده از سرامیک سینتر با منافذ پر از مواد پلیمری وارد بازار شده است.^{۲۸، ۲۹}

امروزه، توجه و تقاضای بیماران به زیبایی از یک طرف و پیشرفت فناوری ساخت و توسعه سرامیک‌ها جهت بهبود خواص مکانیکی و شیمیایی آنها از طرف دیگر، استفاده از رستوریشن‌های تمام سرامیکی را از محبوبیت بالایی برخوردار کرده است. این امر باعث شده است تا مفهوم زیبایی در دندانپزشکی متحول گردد. به نظر می‌رسد استفاده روزافزون آلومینای پلی کریستالی و زیرکونیا به عنوان مواد فریم ورک و افزایش محبوبیت و تنوع سیستم‌های CAD-CAM روند سریع توسعه و تکامل این مواد را به همراه داشته باشد. در حال حاضر، انواع متنوعی از این مواد شامل سرامیک‌های پلی کریستالی با استحکام بالا، سرامیک‌های با بیس زیرکونیا، گلاس اینفیلتره، سرامیک برپایه لیتیوم دی سیلیکات، آلومینا، و غیره وجود داشته و تحقیقات جهت توسعه مواد جدید همچنان ادامه دارد.^{۱۵}

انواع مواد تمام سرامیک و معیار طبقه‌بندی آنها

در مطالعات مختلف انجام شده، مواد تمام سرامیک (سرامیک‌های بدون فلز) به صورت‌های مختلفی براساس نحوه استفاده در دندان‌های خلفی و قدامی، خصوصیات مکانیکی مانند استحکام در برابر شکست و استحکام در برابر سایش، ریز ساختار، شفافیت و زیبایی، دمای پخت، ترکیب شیمیایی، روش ساخت و

بعد، شرکت Stockton اولین واحد صنعتی بود که دندان پرس‌لن را در سال ۱۸۳۷ تولید کرد.^{۲۲} دندانپزشک فرانسوی De Chemant اولین ماده چینی دندانپزشکی را در سال ۱۷۸۹ ثبت اختراع کرد. دکتر چارلز لندز اولین کراون‌های سرامیکی را در سال ۱۹۰۳ اختراع کرد.^{۳۳}

در سال ۱۸۰۸ Giuseppe Fonzi با firing (پختن در کوره) دندان‌های مصنوعی حاوی پین پلاتین، قابلیت اتصال پرس‌لن به فلز را به میزان قابل توجهی بهبود بخشید. این اختراع باعث شد که دندان بتواند در فریم ورک‌های فلزی ثابت شود و در نتیجه قابلیت ساخت پروتز پارسیل، تعمیر پذیری و زیبایی را افزایش دهد. پلاتین با توجه به ضریب انبساط حرارتی آن، تنها فلزی بود که در اثر سرد شدن باعث شکست دندان نمی‌شد.^{۲۴} بنابراین، توسعه سرامیک‌ها در دندانپزشکی همیشه نیازمند به استفاده از فناوری پیشرفته بوده است. بعداً لوسایت (Leucite) به میزان ۳۵ تا ۵۰ درصد وزنی برای تقویت پراکندگی سرامیک هم در سرامیک‌های پودری و هم در اولین سرامیک فشرده شده مورد استفاده قرار گرفت.^{۳۶، ۲۵} لوسایت به عنوان یک فیلر تقویت کننده، بدلیل نزدیکی شاخص ضریب شکست آن به پرس‌لن فلدسپاتی، گزینه مناسبی بود. بنابراین امکان تقویت متوسط سرامیک بدون کاهش شدید ترنسلسونسی فراهم شد. سیستم‌های تمام سرامیک برپایه پرس‌لن فلدسپاتی تقویت شده با لوسایت مورد مطالعه گسترده بالینی قرار گرفته است.^{۲۴}

Land در سال ۱۸۸۹ اختراع گلاس را دنبال کرد و ساخت کراون تمام پرس‌لن را به ثبت رساند که تا دهه ۱۹۵۰ توسعه یافت و مورد استفاده قرار گرفت. در دهه ۱۹۵۰ برای بهبود استحکام مکانیکی و تقویت ترمیم، پرس‌لن با یک زیر ساخت فلزی فیوز شد. ترمیم‌های جدید به عنوان پرس‌لن متصل شده به فلز (PFMs) شناخته شدند که امروزه به دلیل ترکیب متفاوت پرس‌لن، مثال سرامیک نامیده می‌شوند. از آن زمان، این ساختارها به طور گسترده برای بهبود زیبایی و کیفیت رستوریشن‌ها مورد استفاده قرار گرفته و عملکرد بالینی خوبی را نشان داده‌اند.^{۳۶} اگرچه متال سرامیک‌ها به دلیل فریم ورک فلزی دارای معایب زیبایی ظاهری هستند، اما از نظر کیفیت استاندارد در حد قابل قبول هستند.^{۳۶} تا اواسط دهه ۱۹۸۰ تمام قطعات سرامیکی دندان بصورت پودر

بندی ارتباط مستقیمی بین میزان گلاس و زیبایی حاصل از آن و خصوصیات استحکام ترمیم تمام سرامیکی وجود دارد. سرامیک‌های پلی کریستالی از نظر زیبایی نسبت به سرامیک‌های گلاس بسیار پایین تر هستند و به عنوان مواد فریم‌ورک مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، توسعه فعلی در ریزساختار سرامیکی چند کریستالی این مفهوم را به چالش کشیده است.^{۳۳}

امروزه، با وجود زیرکونیا شفاف‌تر و در دسترس بودن سرامیک‌های گلاس اپک اما با استحکام بالا، مسئله زیبایی چالش کمتری دارد. این امر امکان استفاده از زیرکونیا شفاف و زیبا را نه تنها به عنوان زیر سازی ترمیم‌های روکش بلکه به عنوان بازسازی‌های کامل کانتور فراهم کرده است.^{۳۴، ۳۵}

همین مشاهدات در مورد بعضی از سرامیک‌های گلاس پر شده با ذرات نیز، که قبلاً فقط به عنوان مواد زیر ساختی استفاده می‌شد، کاربرد دارد. استفاده از آنها به عنوان مواد یکپارچه که به سطح بالایی از زیبایی دست یافته‌اند، محبوبیت بیشتری پیدا کرده است (به عنوان مثال، لیتیوم دی سیلیکات). بنابراین، طبقه بندی مواد برای متفاوت کردن آنها براساس استفاده و نشانه‌های آنها گنج کننده است. علاوه بر این، بعضی از طبقه بندی‌های سرامیک تحول اساسی را که در علم سرامیک بویژه در صنعت رخ داده است، در نظر نمی‌گیرد. فرایند تولید این مواد از اجزای طبیعی موجود (یعنی Feldspar) به سمت سرامیک‌های مصنوعی منتقل شده است. این امر منجر به بهبود استاندارد و کنترل کیفیت این مواد شده است.^{۳۳، ۳۶} برای دندانپزشک و تکنسین دندانپزشکی مهم است که این تفاوت را درک کنند، زیرا این مواد مصنوعی استحکام بی نظیری را ارائه داده‌اند.^{۳۳}

همچنین، طبقه بندی‌های قدیمی ماتریس رزین که کاملاً از سرامیک پر شده‌اند، را شامل نمی‌شد. امروزه این مواد توسط گروه های مختلف تولید شده و موجود می‌باشد. این مواد به عنوان گزینه‌های زیبایی برای انواع کاربردهای بالینی ارائه شده است. این مواد اخیراً توسط انجمن دندانپزشکی آمریکا (ADA) به عنوان "سرامیک" کدگذاری شده‌اند. زیرا آنها دارای خواصی مانند سرامیک هستند و نباید در هیچ سیستم طبقه بندی سرامیک نادیده گرفته شوند.^{۳۶} براین اساس مواد رستوریشن سرامیکی با توجه به وجود ویژگی های خاص در فرمول بندی آنها، به شرح زیر طبقه

کاربرد آنها طبقه بندی شده‌اند. اگرچه هر کدام از این سیستم‌های طبقه بندی سرامیک در دندانپزشکی برای اهداف خاصی مفید هستند اما یک سیستم طبقه بندی مناسب سرامیک جهت کاربردهای دندانپزشکی باید به نحوی انجام شود که بتواند اطلاعات روشن، دقیق و مشخص کلینیکی را ارائه نموده و در مورد انتخاب مناسب این مواد به دندانپزشک کمک نماید. براین اساس، مشخص شدن اطلاعات به لحاظ اینکه این مواد در کجا (دندان های خلفی یا قدامی) و برای چه نوع رستوریشنی (پارسیل یا کامل، بریچ کوتاه یا بلند) استفاده شود و یا نحوه اتصال باند آن (بصورت روشهای سنتی یا استفاده از آدهزیوهای جدید) چگونه باشد، حائز اهمیت می‌باشد. طبقه بندی سرامیک‌ها در مطالعات براساس ترکیب و روش ساخت به صورت زیر ارائه شده است:^{۲۹}

۱- سرامیک‌های معمولی (Conventional ceramics)

۲- سرامیک‌های قابل ریختگی (Castable ceramics)

۳- سرامیک‌های قابل ماشینینگ (Machinable ceramics)

۴- سرامیک‌های قابل پرس (Pressable ceramics)

۵- سرامیک‌های اینفیلتره (Infiltrated ceramics)

طبقه بندی‌های قدیمی سرامیک‌ها، بعضاً مبهم یا ناکارآمد بوده و مواد ترمیمی جدید در آنها جایگاهی نداشته‌اند. بطور کلی، طبقه بندی سرامیک‌ها با توجه به ترکیب اصلی آنها یک گام منطقی و در مسیر صحیح می باشد، زیرا درک ترکیب سرامیک توسط تکنسین و پزشک متخصص برای دستیابی به نتایج بهینه ضروری است. متأسفانه، تاکنون تلاشها در این زمینه بسیار کلی و غیر عملی بوده است.^{۳۰-۳۲}

به عنوان مثال، Kelly و Benetti^{۲۴} یک سیستم طبقه بندی مواد سرامیکی مورد استفاده در دندانپزشکی را با توجه به محتوای گلاس موجود در سرامیک ارائه دادند که به شرح زیر توصیف می‌شود:

۱- مواد بر پایه غالباً گلاس (Predominantly glassy materials)

۲- مواد پر از ذرات گلاس (Particle-filled glasses)

۳- سرامیک‌های پلی کریستالی (Polycrystalline ceramics)

که در آن هیچ گلاسی وجود ندارد.

در این سیستم طبقه بندی، پزشک ممکن است برای تعیین کمیت میزان فاز گلاس مورد نیاز سرامیک در هر دو گروه مواد غالباً گلاس یا پر از ذرات گلاس دچار خطا شود. در این سیستم طبقه

بندی شده است^{۳۳}:

۱- **سرامیکهای ماتریس گلاس (Glass-matrix ceramics):**

مواد سرامیکی معدنی غیر فلزی که دارای فاز گلاس هستند.

خانواده سرامیکهای ماتریس گلاس به سه زیر گروه تقسیم می شوند: سرامیک های فلدسپاتی طبیعی، سرامیک های مصنوعی و سرامیک های گلاس اینفیلتره.

۲- **سرامیک های پلی کریستالی (Polycrystalline ceramics):**

مواد سرامیکی معدنی غیر فلزی که فاقد فاز گلاس هستند.

سرامیک های پلی کریستالی به چهار زیر گروه تقسیم می شوند: آلومینا، زیرکونیا تثبیت شده، آلومینای سخت شده با زیرکونیا (Zirconia Toughened Alumina) و زیرکونیا سخت شده با آلومینا (Alumina Toughened Zirconia) که در حال توسعه می باشد.

۳- **سرامیک های ماتریس رزین (Resin-matrix ceramics):**

ماتریس های پلیمری که حاوی ترکیبات نسوز غالباً معدنی هستند که ممکن است شامل پرسلن، گلاس، سرامیک ها و گلاس- سرامیک ها باشند.

در مطالعات اخیر انجام شده در سال ۲۰۱۹، آخرین طبقه بندی بیوسرامیک ها بسته به ترکیب اصلی سیستم آنها ارائه شده است که براساس آن بیوسرامیک ها به ۴ دسته تقسیم می شوند^{۱۵}:

۱- سیستم بر پایه گلاس (عمدتاً سیلیکا)

۲- سیستم های بر پایه گلاس با فیلرهای کریستالی (به عنوان

مثال لوسایت یا لیتیوم دی سیلیکات)

۳- سیستم های بر پایه کریستالی با فیلرهای گلاسی (عمدتاً

آلومینا)

۴- مواد جامد پلی کریستالی (آلومینا و زیرکونیا).

سیستم های بر پایه گلاس، از موادی تشکیل شده اند که بیشتر

از دی اکسید سیلیکون (سیلیس یا کوارتز) ساخته شده اند و می توانند شامل مقادیر مختلفی از آلومینا باشند. اشکال سنتتیک گلاس سیلیکات آلومینا برای سرامیک های مورد استفاده در دندانپزشکی تولید می شود.^{۳۰}

سیستم های بر پایه گلاس حاوی فیلرها، شامل طیف وسیعی

از نسبت های گلاس و انواع کریستال می باشند. نسبت گلاس تقریباً برابر با گروه گلاس خالص است، به این معنی که تفاوت در مقدار انواع مختلف کریستال وجود دارد که می توان در ماتریس گلاس

اضافه کرد. انواع اصلی کریستال شامل لوسایت، لیتیوم دی سیلیکات یا فلورو آپاتیت می باشد.^{۳۷}

سیستم های بر پایه کریستالی با فیلرهای گلاس (متشکل از

آلومینا و گلاس)، به عنوان جایگزینی برای متال سرامیک های سنتی توسعه داده شدند. این دسته اولین بار در سال ۱۹۸۸ با نام In-Ceram معرفی شد.^{۱۸}

مواد جامد پلی کریستالی (آلومینا و زیرکونیا) با سینتر مستقیم

کریستال ها با یکدیگر تشکیل شده که یک ساختار متراکم، بدون هوا، عاری از گلاس و پلی کریستالی را ایجاد کرده است.^{۳۸} در ادامه مواد تمام سرامیک پر کاربرد تشریح شده است.

سرامیک تقویت شده با لوسایت (Leucite-reinforced ceramics)

سرامیک لوسایت ($KAlSi_2O_6$) یک آلومینا سیلیکات پتاسیم است. این ماده یک ساختار تراگونال را در دمای اتاق نشان می دهد و در دمای ۶۲۵ درجه سانتیگراد، یک تحول فازی از تراگونال به مکعبی، همراه با افزایش حجم ۱/۲٪ اتفاق می افتد.^{۳۱} لوسایت به عنوان ماده سازنده سرامیک های دندانپزشکی برای اصلاح ضریب انبساط حرارتی آنها مورد استفاده قرار می گیرد، که موقع قرارگیری سرامیک روی فلز بسیار مهم است.^{۲۵} معمولاً از مواد بر پایه لوسایت برای سرامیک های ونیر در ترمیم های متال- سرامیک استفاده می شود که به آنها پرسلن های فلدسپاتی نیز گفته می شود.^{۱۵، ۱۴}

سرامیک های بر پایه لوسایت دارای مدول الاستیسیته ۶۵-۶۷ گیگاپاسکال، استحکام خمشی ۵۵-۱۳۴ مگاپاسکال، تانفس شکست $۱/۳-۰/۸ (Mpa/m^{1/2})$ و سختی ۷/۹-۵/۳ گیگاپاسکال می باشند.^{۳۹، ۲۵}

سرامیک تقویت شده با لیتیوم دی سیلیکات (Lithium disilicate

reinforced ceramics)

گلاس سرامیک های لیتیوم دی سیلیکات ($Li_2Si_2O_5$) طی دو دهه اخیر به عنوان مواد قابل ماشینکاری معرفی شدند تا به استحکام، چقرمگی و مقاومت در برابر سایش مورد نیاز دندانپزشکی پاسخ دهند.^{۴۰، ۴۱} این ماده سرامیکی به دلیل خواص مکانیکی و نوری بسیار عالی در ساخت ترمیم های یک و چند

واحدی، بویژه در کراونها، بریجها و ونیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد و طی دهه اخیر جزء رستوریشن گلاس-سرامیک محبوب در زمینه مواد دندانپزشکی بوده است.^{۴۱،۴۵}

سرامیک لیتیوم دی سیلیکات (CAD/CAM، IPS™ e. Max) در سال ۲۰۰۶ معرفی شد. این سرامیک‌ها دارای مدول الاستیسیته ۹۰-۱۰۰ گیگاپاسکال، استحکام خمشی ۳۵۰-۴۵۰ مگاپاسکال، تانفس شکست ۲-۳/۵ ($Mpa/m^{1/2}$) هستند. این مواد در مصارف مختلف دندانپزشکی برای ساختن روکش‌ها، بریج‌ها، ونیرها، اینله و انله استفاده می‌شوند.^{۴۲} به طور کلی، لیتیوم دی سیلیکات ریزساختاری را ارائه می‌دهد که توسط کریستال‌های سوزن مانند مهار شده در یک ماتریس گلاس می‌باشد. تحت این مورفولوژی، ترک‌ها مجبور می‌شوند که فقط در اطراف تک کریستال‌ها تکثیر شده و در نتیجه از گسترش ترک‌ها جلوگیری شود.^{۴۲،۴۵}

نوع ریزساختار این مواد نسبت به سایر سرامیک‌های گلاس معمول، استحکام و چقرمگی را افزایش می‌دهد، این مواد دارای استحکام دو برابر بیشتر از نسل اول سرامیک‌های تقویت شده با لوسایت هستند.^{۴۲،۳۷،۴۵}

سرامیک بر پایه میکا

مواد معدنی میکا گروهی از مواد معدنی سیلیکات ورقه‌ای (فیلوسیلیکات) یا سیلیکات نوع لایه‌ای هستند که از فرمولهای مختلف پیچیده Si، K، Na، Ca، F، O، Fe و Al تشکیل شده‌اند.^{۴۳} خصوصیات مکانیکی این مواد توسط ساختار کریستالی خاص که توسط طرحهای شکاف واقع در امتداد لایه‌ها ایجاد شده است، دیکته می‌شوند. انتشار ترک به احتمال زیاد در امتداد صفحات شکاف رخ می‌دهد.^{۴۴} سرامیک‌های گلاس بر پایه میکا به دلیل ماشینکاری مناسب، استحکام بالا و مقاومت در برابر انبساط حرارتی و همچنین زیست سازگاری با مواد دندانپزشکی مرتبط هستند.^{۴۳،۴۵}

سرامیک‌های بر پایه میکا دارای مدول الاستیسیته ۴۸-۱۶۴ گیگاپاسکال، استحکام خمشی ۱۴۰-۱۶۰ مگاپاسکال، تانفس شکست ۲/۲-۰/۶ ($Mpa/m^{1/2}$) و میکروهاردنس ۳/۲-۵/۵ گیگاپاسکال می‌باشند. این مواد در رستوریشن‌های سرامیکی کاربرد دارند.^{۴۴}

سرامیک بر پایه زیرکونیا (Zirconia-based ceramics)

سرامیک زیرکونیا در اوایل دهه نود به عنوان ایمپلنت در جراحی پروتزهای دندانی در دندانپزشکی معرفی شد.^{۴۵} این ماده دارای خواص مکانیکی استثنایی بوده و دارای ماشینینگ آسان در مرحله قبل از سینترینگ از طریق CAD/CAM می‌باشد و امروزه، بصورت فزاینده‌ای در حال توسعه و پیشرفت بوده و کاربرد گسترده‌ای در دندانپزشکی دارد.^۹

سرامیک زیرکونیا با بافت‌های موجود در حفره دهان زیست سازگار بوده یک ماده Osteoconductive است، بدین معنی که این سرامیک در هنگام تماس تشکیل استخوان را تسهیل می‌کند.^{۴۶،۴۳} همچنین از جمله ویژگیهای مهم سرامیک زیرکونیا، عدم واکنش آلرژیک یا تغییر طعم و خصوصیات مکانیکی عالی آن شامل استحکام بالا، سختی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در برابر خوردگی، مدول الاستیسیته مشابه فولاد، ضریب انبساط حرارتی شبیه به آهن و بالاترین مقاومت به شکست در بین سایر سرامیک‌ها می‌باشد.^{۴۷،۴۵،۹}

سرامیک‌های بر پایه زیرکونیا (ZrO_2) دارای مدول الاستیسیته ۱۰۰ تا ۲۵۰ گیگاپاسکال، استحکام خمشی ۱۷۷-۱۰۰۰ مگاپاسکال، تانفس شکست ۱-۸ ($Mpa/m^{1/2}$)، سختی ۵-۱۵ گیگاپاسکال و استحکام کششی ۱۱۵-۷۱۱ مگاپاسکال می‌باشند. کاربردهای اصلی این مواد در دندانپزشکی شامل ایمپلنت‌ها، براکت‌های ارتودنسی، اباتمنت‌ها، کوپینگ‌ها، روکش‌ها و بریج‌ها می‌باشد.^{۴۷}

برای جلوگیری از شکستگی، افزودن فاز تثبیت کننده به زیرکونیا ضروری است که با افزودن اکسیدهای تثبیت کننده مانند اکسید سربوم (CeO_2)، اکسید منیزیوم (MgO) و اکسید یتریوم (Y_2O_3) تثبیت می‌گردد.^{۴۶} زیرکونیا جهت مصارف دندانپزشکی معمولاً با ترکیب ۳٪ مولی یتریا ($yttria$) تثبیت می‌شود ($3Y-TZP$). خواص مکانیکی عالی زیرکونیا تراگونال تثبیت شده بدلیل ایجاد استرس در اثر تغییر فاز آن از تراگونال به مونوکلینیک می‌باشد.^{۳۸} این رفتار منجر به توسعه ناحیه فشاری، محافظت از نقطه ترک و ممانعت از انتشار بیشتر ترک شده و باعث افزایش استحکام این ماده می‌شود.^{۳۸،۴۵}

مطالعات مختلف، موفقیت بالینی بالایی را برای رستوریشن

کنترل اندازه دانه و تخلخل، می توان استحکام شکست و مقاومت آلومینا را افزایش داد و این امر می تواند با استفاده از چرخه های پخت مناسب (دما، زمان، نرخ گرمایش و سرمایش) و افزودن برخی مواد افزودنی مانند اکسید منگنز (MgO)، اکسید زیرکونیوم (ZrO₂) و اکسید کروم (Cr₂O₃) حاصل شود.^{۵۴}

سیستم های تمام سرامیک های برپایه آلومینا نه تنها برای ساخت ترمیم های تک واحدی، بلکه برای ساخت پروتزهای پارسیل ثابت سه واحدی (FPD) در دندانهای قدامی نیز استفاده می شود.^{۱۸} In-Ceram Alumina معرفی شده در سال ۱۹۸۹، اولین سیستم سرامیکی با بیس آلومینا بود که برای ترمیم تک واحدی در دسترس بود.^{۵۵} In-Ceram Spinell نیز یک سرامیک با بیس آلومینا بوده که با اضافه کردن اکسید منگنز برای تشکیل کریستال اسپاینل بدست می آید (MgAl₂O₄). استحکام خمشی In-Ceram Spinell نسبت به In-Ceram Alumina ناشی از ساختارهای مختلف کریستالی کمتر است.^{۱۹} با این حال، بلورهای اسپاینل شفافیت بالایی را ایجاد می کنند، بنابراین ماده ای است که از نظر زیبایی برای کراونهای موجود در ناحیه قدامی ایجاد می شود.^{۵۶} In-Ceram Zirconia صرفاً اکسید زیرکونیا نیست بلکه یک سرامیک برپایه آلومینا با اضافه کردن ۳۵٪ وزنی از ذرات اکسید زیرکونیا به ترکیب آن می باشد.^{۱۸} هدف از اضافه کردن ذرات اکسید زیرکونیا به ترکیب آلومینا، تقویت مواد است.^{۵۵} استحکام خمشی In-Ceram Zirconia بالاترین مقدار در مقایسه با آلومینا In-Ceram Alumina و In-Ceram Spinell است.^{۱۹}

Procera Alumina یک سیستم تمام سرامیکی قابل ماشینینگ (machinable) متشکل از کوپینگ آلومینای پلی کریستالی و ونیر پرسنل می باشد.^{۲۲} مقدار مقاومت Procera alumina تقریباً ۶۰۰ مگاپاسکال است که برای ساخت رستوریشن های تک قدامی و خلفی کافی است و برخی از مطالعات تأیید می کنند که رستوریشن های Procera از استحکام و ماندگاری بالایی برخوردار هستند، مطالعات میزان بقاء کراونهای Procera را ۹۶٪ گزارش کرده است.^{۲۲} استفاده از سرامیک با بیس آلومینا از زمان معرفی سیستم های تمام سرامیکی زیرکونیا کاهش یافته است.^{۲۱، ۵۶} این نوع سرامیک از بالاترین سختی در میان سرامیک های مورد استفاده در دندانپزشکی برخوردار است. Procera AllCeram را می توان برای

های سرامیکی بر پایه زیرکونیا گزارش کرده اند.^{۴۷} با این وجود، جنبه های نامطلوب سرامیک زیرکونیا وجود دارد. به عنوان مثال، اپسیتی آن ممکن است ویژگی های زیبایی آن را تحت تاثیر قرار دهد، رطوبت باعث افزایش پیرسازی (aging) آن می شود و باعث تخریب و زبری سطح و ایجاد ترک هایی می شود که ممکن است عملکرد آن را در دراز مدت به خطر بیندازد.^{۱۵، ۳۸}

سرامیک برپایه آلومینا (Alumina-based ceramics)

آلومینا، که به آن اکسید آلومینوم (Al₂O₃) نیز گفته می شود، اولین بار در دهه ۱۹۷۰ معرفی شد و کاربردهای اولیه آن، میزان شکست ۱۳ درصد را نشان دادند.^{۴۹} این میزان شکست مشاهده شده مربوط به تخلخل بالاتر بود.^{۵۰} با تحولات بیشتر در یک دهه بعد، نسل دوم بهبود یافته از سرامیک آلومینا ارائه شد، که حاوی دانه های کوچکتر و با چگالی بالاتر بود و باعث کاهش میزان شکستگی به کمتر از ۰.۵٪ شد.^{۵۱} امروزه نسل سوم اجزای سرامیکی آلومینا وجود دارد که دارای خواصی از قبیل خلوص بالا، چگالی بالا و میکروساختار ریزتر می باشد و در مصارف دندانپزشکی برای ساختن پست های اندودانتیکس، براکت های ارتودنسی، ایمپلنت ها، روکش ها و بریج ها و اباتمنت های سرامیکی استفاده می شود.^{۵۰} سرامیک های برپایه آلومینا دارای مدول الاستیسیته ۳۸۰ گیگاپاسکال، استحکام خمشی ۵۰۰ مگاپاسکال، تانفس شکست ۳/۵-۴ (Mpa/m^{1/2})، سختی ۲۲ گیگاپاسکال و استحکام کششی ۲۶۷ مگاپاسکال هستند.^{۵۰}

آلومینا با خلوص بالا معمولاً دارای خلوص ۹۹/۹۹٪ است و به عنوان جایگزینی برای آلیاژهای فلز جراحی در کاربردهای دندانپزشکی تولید شده است.^{۵۲}

طبق گفته سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA)، فقط از Al₂O₃ با خلوص بالا می توان برای سرامیک های با کاربرد پزشکی استفاده کرد و ناخالصی هایی از قبیل SiO₂، سیلیکات های فلزی و اکسیدهای فلزی قلبایی که فازهای مرز دانه ای گلاس را تشکیل می دهند باید به کمتر از ۰/۱ درصد وزنی برسند.^{۵۳} تخریب چنین فازهای گلاسی در داخل بدن منجر به ظهور مکان های تمرکز استرس می شود که در آن ترک ها می توانند شروع شوند و در نهایت منجر به خرابی فاجعه آمیز این قطعه می شود. به همین جهت با

خواص مکانیکی بالاتری نسبت به سرامیک‌های معمولی می‌باشند. سرامیک‌های بر پایه آلومینا و بر پایه زیرکونیا برای ساخت کوپینگ سیستم سرامیکی با ونیر کور استفاده شده که خواص مکانیکی این دو ماده در کاربردهای دندان به طرز چشمگیری بالاتر از سایر سیستم های سرامیکی گزارش شده است. سرامیک‌های با بیس زیرکونیا مورد توجه بسیاری از محققان جهت ساخت کراونهای زیبایی با استحکام بالا قرار گرفته است.

امروزه، مطالعات در مورد سرامیک بر پایه زیرکونیا به منظور توسعه رستوریشن های یکپارچه زیرکونیا جهت افزایش استحکام و زیبایی می‌باشد. به هر حال، باید تحقیقات بیشتری در مورد ترنسلسنسسی، خاصیت سایش و مقاومت در برابر خستگی زیرکونیای مونولیتیک انجام شود.

بسیاری از سیستم های سرامیکی موجود ممکن است باعث سردرگمی در دندانپزشکی ترمیمی شود. برای این منظور، بسته به ترکیب اصلی سرامیک‌ها و درک خواص مواد و کاربردهای بالینی، می‌توان از موارد و نکات اشاره شده در این بررسی استفاده نمود.

اگرچه اکثر مطالعات گزارش کرده‌اند که رستوریشن‌های سرامیکی گزینه‌های درمانی موفقیت آمیزی برای رستوریشن دندان‌های آسیب دیده شدید هستند، اما، باید برخی از محدودیت‌های مهم این مواد مانند شکستگی روکش، شکسته شدن اتصالات و از بین رفتن ریتنشن مد نظر قرار گیرد.

کراونهای قدیمی و خلفی، روکش‌ها، اینله‌ها و انله‌ها استفاده کرد. یک ویژگی منحصر به فرد سیستم Procera توانایی کار آن با فرآیند CAD/CAM است.^{۵۶،۵۰،۱۵}

بحث و نتیجه‌گیری

تقاضا برای زیبایی در دندانپزشکی ترمیمی طی چند دهه گذشته به طرز چشمگیری افزایش یافته است. امروزه بسیاری از بیماران تمایل دارند که رستوریشن های شبیه ساختار طبیعی دندان داشته باشند. رستوریشن های تمام سرامیکی می‌تواند یک گزینه درمانی جایگزین برای بیماران باشد، بویژه در مواردی که از نظر زیبایی در اولویت هستند. تولید کنندگان تلاش‌های بسیاری را در تولید مواد تمام سرامیکی کرده‌اند که با استفاده از خصوصیات مکانیکی و فیزیکی قابل قبول، دندان آسیب دیده را ترمیم و بازگردانند. معیارهای انتخاب مواد مناسب با توجه به توانایی و قضاوت فردی دندانپزشکان و انتخاب بیمار متفاوت است.

در این مقاله مواد تمام سرامیکی موجود در دندانپزشکی و توسعه آینده مواد رستوریشن زیبایی که دارای خواص مکانیکی و فیزیکی برتر هستند مورد بررسی قرار گرفت.

مطالعات نشان دادند که گلاس سرامیک‌ها از قبیل سرامیک تقویت شده با لوسایت و لیتیوم دی‌سلیکات، گلاس و سرامیک دارای خواص مکانیکی برتر در مقایسه با پرسلن فلدسپاتی هستند. گلاس - سرامیک ساخته شده با تکنیک CAD/CAM دارای

References

1. Dental Materials Market Analysis, Size, Trends (2017-2023). USA: Research and Market Ltd., 2017.
2. Dental CAD/CAM Materials Market Report Suite (Europe: 2016-2022). USA: Research and Market Ltd., 2016.
3. Dental implants and prosthetics market by material (Titanium, Zirconium, PFM, All Ceramics), stage (Two Stage, Single Stage), connectors (External hexagonal) & product type (Crowns, Bridges, Dentures, Abutments)-global forecast to 2020. Markets and Markets Inc., 2018.
4. Zanotto ED. Bright future for glass-ceramics. American Ceramics Society Bulletin 2010;89(8): 19-27.
5. Hench LL. Glass and glass-ceramic technologies to transform the world. International Journal of Applied Glass Science 2011;2(3): 162-76.
6. Rosa V, Della Bona A, Cavalcanti BN, Nör JE. Tissue engineering: from research to dental clinics. Dental Materials 2012;28(4): 341-8.
7. Neel EAA, Chrzanowski W, Salih VM, et al. Tissue engineering in dentistry. Journal of dentistry 2014;42(8): 915-28.
8. Mauro JC, Zanotto ED. Two centuries of glass research: historical trends, current status, and grand challenges for the future. International Journal of Applied Glass Science 2014;5(3): 313-27.
9. Denry I, Kelly J. Emerging ceramic-based materials for dentistry. Journal of Dental Research 2014;93(12): 1235-

- 42.
10. Montazerian M, Singh SP, Zanotto ED. An analysis of glass-ceramic research and commercialization. *Am Ceram Soc Bull.* 2015;94(4): 30-5.
 11. Hench LL. The future of bioactive ceramics. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 2015;26(2): 86.
 12. Datla SR, Alla RK, Alluri VR, et al. Dental ceramics: Part II-Recent advances in dental ceramics. *Am J Mater Eng Technol.* 2015;3(2): 19-26.
 13. Montazerian M, Zanotto ED. Bioactive and inert dental glass-ceramics. *Journal of Biomedical Materials Research Part A* 2017;105(2): 619-39.
 14. Seghi RR, Leyva DDR. Biomaterials: Ceramic and Adhesive Technologies. *Dental clinics of North America* 2019;63(2): 233-48.
 15. Galante R, Figueiredo-Pina CG, Serro AP. Additive manufacturing of ceramics for dental applications: A review. *Dental Materials* 2019.
 16. Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, et al. Contemporary Dental Ceramic Materials, A Review: Chemical Composition, Physical and Mechanical Properties, Indications for Use. *Open access Macedonian journal of medical sciences* 2018;6(9): 1742.
 17. Kugel G, Perry RD, Aboushala A. Restoring anterior maxillary dentition using alumina-and zirconia-based CAD/CAM restorations. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)* 2003;24(8): 569-72, 74, 76 passim; quiz 80.
 18. Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, et al. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dental Clinics* 2011;55(2): 333-52.
 19. Naji GA-H, Omar RA, Yahya R. An Overview of the Development and Strengthening of All-Ceramic Dental Materials. *Biomedical and Pharmacology Journal* 2018;11(3): 1553-63.
 20. Christensen GJ. Is the rush to all-ceramic crowns justified? *The Journal of the American Dental Association* 2014;145(2): 192-4.
 21. Miara P, Touati B, Nathanson D, Giordano R. *Esthetic dentistry and ceramic restorations: CRC Press; 1998.*
 22. Fradeani M, D'Amelio M, Redemagni M, Corrado M. Five-year follow-up with Procera all-ceramic crowns. *Quintessence international* 2005;36(2).
 23. Denry IL. Recent advances in ceramics for dentistry. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine* 1996;7(2): 134-43.
 24. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian dental journal* 2011;56: 84-96.
 25. Zhang Y, Rao P, Lü M, Wu J. Mechanical properties of dental porcelain with different leucite particle sizes. *Journal of the American Ceramic Society* 2008;91(2): 527-34.
 26. Helvey GA. A history of dental ceramics. *Compendium of Continuing Education in dentistry* 2010;31(4): 310-1.
 27. Wildgoose DG, Johnson A, Winstanley RB. Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. *The Journal of prosthetic dentistry* 2004;91(2): 136-43.
 28. Gopal SV. CAD-CAM and all ceramic restorations, current trends and emerging technologies: A review. *International Journal of Orofacial Research* 2017;2(2): 40.
 29. Pathrabe A, Lahoti K, Gade JR. Metal Free Ceramics in Dentistry: AR review. *Int J Oral Health Med Res.* 2016;2(5): 154-8.
 30. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: An update. *Journal of conservative dentistry: JCD* 2010;13(4): 195.
 31. Giordano R, McLaren EA. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)* 2010;31(9): 682-4, 6, 8 passim; quiz 98, 700.
 32. Martin M. Material and clinical considerations for full-coverage indirect restorations. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)* 2012;33: 2-5; quiz 6.
 33. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of prosthodontics* 2015;28(3).
 34. Rinke S, Fischer C. Range of indications for translucent zirconia modifications: Clinical and technical aspects. *Quintessence International* 2013;44(8).
 35. Kim M-J, Ahn J-S, Kim J-H, et al. Effects of the sintering conditions of dental zirconia ceramics on the grain size and translucency. *The journal of advanced prosthodontics* 2013;5(2): 161-6.
 36. Association AD. *CDT: Code on dental procedures and nomenclature.* 2015.
 37. Monmaturapoj N, Lawita P, Thepsuwan W. Characterisation and properties of lithium disilicate glass ceramics in the SiO₂-Li₂O-K₂O-Al₂O₃ system for dental applications. *Advances in Materials Science and Engineering* 2013;2013.
 38. Ghaemi M, Reichert S, Krupa A, et al. Zirconia ceramics with additions of Alumina for advanced tribological and biomedical applications. *Ceramics International* 2017;43(13): 9746-52.
 39. Gonzaga CC, Cesar PF, Okada CY, et al. Mechanical properties and porosity of dental glass-ceramics hot-

- pressed at different temperatures. *Materials Research* 2008;11(3): 301-6.
40. Höland W, Rheinberger V, Apel E, et al. Future perspectives of biomaterials for dental restoration. *Journal of the european ceramic society* 2009;29(7): 1291-7.
 41. Ritter RG. Multifunctional Uses of a Novel Ceramic-Lithium Disilicate. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2010;22(5): 332-41.
 42. Figueiredo-Pina C, Patas N, Canhoto J, et al. Tribological behaviour of unveneered and veneered lithium disilicate dental material. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials* 2016;53: 226-38.
 43. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *Journal of prosthodontic research* 2014;58(4): 208-16.
 44. Habelitz S, Carl G, Rüssel C, et al. Mechanical properties of oriented mica glass ceramic. *Journal of Non-Crystalline Solids* 1997;220(2-3): 291-8.
 45. Hisbergues M, Vendeville S, Vendeville P. Zirconia: Established facts and perspectives for a biomaterial in dental implantology. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials* 2009;88(2): 519-29.
 46. Camposilvan E, Marro FG, Mestra A, Anglada M. Enhanced reliability of yttria-stabilized zirconia for dental applications. *Acta biomaterialia* 2015;17: 36-46.
 47. Gautam C, Joyner J, Gautam A, et al. Zirconia based dental ceramics: structure, mechanical properties, biocompatibility and applications. *Dalton Transactions* 2016;45(48): 19194-215.
 48. Shin H, Ko H, Kim M. Cytotoxicity and biocompatibility of Zirconia (Y-TZP) posts with various dental cements. *Restorative dentistry & endodontics* 2016;41(3): 167-75.
 49. Willmann G. Ceramic femoral head retrieval data. *Clinical Orthopaedics and Related Research®* 2000;379: 22-8.
 50. Al-Sanabani FA, Madfa AA, Al-Qudaimi NH. Alumina ceramic for dental applications: a review article. *Am J Mater Res.* 2014;1(1): 26-34.
 51. Poitout DG. *Biomechanics and biomaterials in orthopedics.* 2004.
 52. Ferrage Lc, Bertrand G, Lenormand P, et al. A review of the additive manufacturing (3DP) of bioceramics: alumina, zirconia (PSZ) and hydroxyapatite. *Journal of the Australian Ceramic Society* 2017;53(1): 11-20.
 53. Dearnley P. A review of metallic, ceramic and surface-treated metals used for bearing surfaces in human joint replacements. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine* 1999;213(2): 107-35.
 54. Khabas T, Maletina L, Kamyshnaya KS, editors. Influence of nanopowders and pore-forming additives on sintering of alumina-zirconia ceramics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*; 2014: IOP Publishing.
 55. Apholt W, Bindl A, Lüthy H, Mörmann W. Flexural strength of Cerec 2 machined and jointed InCeram-Alumina and InCeram-Zirconia bars. *Dental materials* 2001;17(3): 260-7.
 56. Sanohkan CPS. All-ceramic systems in Esthetic Dentistry: A review. *DENTAL JOURNAL MA HIDO L.* 2012: 82.

Manijeh Mohammadian*Assistant Professor,
Department of Dental
Biomaterials, School of
Dentistry, Alborz University of
Medical Sciences, Karaj, Iran*

Application of All Ceramic Materials in Dentistry

Received: 15 Jan. 2020 ; Accepted: 21 Apr. 2020

Abstract

The daily increase in Patients' demand for cosmetic treatments has led to dental restorations moving towards the use of all-ceramic materials. The development of all-ceramic restorations over the last decade has revolutionized aesthetic dentistry. Recent advances in ceramic manufacturing and processing methods have led to the evolutionary growth of all-ceramic materials with superior biomechanical properties. Today, extensive research is being carried out to increase strength, aesthetic, dimensional accuracy and ability of these restorations to reliably bond with different dental substrates. Currently, different ceramic materials and systems are available for clinical use. In this review article, the all-ceramic restorations have been investigated in terms of evolution, development, classification and strength improvement. The success of all-ceramic restorations depends on different factors, such as dentist performance, quality of materials, manufacturing techniques, and clinical conditions of the case. However, further clinical studies are recommended for the development of all-ceramic materials and systems.

Keyword: All ceramic materials, Zirconia, Glass ceramic, Dental materials

***Corresponding Author:**

Department of Dental
Biomaterials, School of
Dentistry, Alborz University
of Medical Sciences, Karaj,
Iran

Tel: 02633531614
E-mail: dr.mohamadian77@gmail.com