Archive of SID

مقایسه اثر سمیت سلولی MTA، Root – MTA و Portland Cement بر روی سلولهای منونوکلئر خون محیطی انسان

دکتر قاسم حسین جواهری*، دکتر حسن عابدی**، دکتر ماندانا ستاری***، سعید خلیلی****

چکیده

سابقه و هدف: Mineral Trioxide Aggregate (MTA) امروزه در جراحی‌های پری‌رادیکولر و درمان موارد پیچیده اندودنتیک از جمله پرفوراسیون‌ها نقش حیاتی بازی می‌کند. سمان پرتلند نیز به عنوان ماده‌ای که از نظر ساختمانی، میکروسکوپی و ماکروسکوپی مشابه MTA می‌باشد، مطرح است. از طرفی اخیراً در ایران ماده‌ای به نام Root – MTA ساخته شده است که بنا به ادعای سازندگانش تمام خصوصیات MTA را دارا می‌باشد. هدف از این تحقیق مقایسه سمیت سلولی سه ماده فوق برسلولهای منونوکلئر خون محیطی انسان است.

مواد و روشها: روش تحقیق تجربی و تکنیک اجرای آن مشتمل بر معاینه بیمار، پرسش از بیمار، مشاهده نتایج و تکمیل فرم اطلاعاتی بود. برای انجام این منظور سه ماده مورد مطالعه پس از مخلوط کردن، طبق دستور کارخانه سازنده در داخل لوله‌های هماتوکریت که به طول ۵mm برش زده شده بودند، قرار داده شدند. پس از گذشت بیست و چهار ساعت آنها در محیط‌های کشت حاوی سلولهای منونوکلئر خون محیطی انسان قرار گرفتند. از لوله‌های هماتوکریت خالی به عنوان گروه کنترل استفاده شد. این پلیت‌های کشت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد و رطوبت ۱۰۰٪ انکوبه شدند. پس از گذشت بیست و چهار ساعت، اثر سمیت سلولی این مواد بر سلولهای منونوکلئر مورد مقایسه قرار گرفت. برای مقایسه‌های آماری از آزمون Kruskal – wallis استفاده شد.

یافته‌ها: در مورد اثرات سمیت سلولی این مواد بر سلولهای منونوکلئر خون محیطی انسان پس از گذشت بیست و چهار ساعت آنالیز آماری نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۲۵) بیشترین سمیت سلولی به Root - MTA و کمترین میزان به MTA مربوط بود. با مقایسه دو به دو گروهها مشخص گردید که بین گروه Root - MTA و MTA از نظر اثر سمیت سلولی اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P=۰/۰۳۳) در حالی که این اختلاف بین گروه MTA و سمان پرتلند معنی‌دار نمی‌باشد.(P=۰/۵۹۹).

نتیجه‌گیری: از مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت که MTA و سیمان پرتلند از نظر اثر سمیت سلولی مشابه می‌باشند در حالی که Root - MTA سمیت سلولی بالایی داشت. با توجه به نتایج حاصل می‌توان سیمان پرتلند را جهت جایگزینی MTA وارد مراحل تحقیقاتی دیگر نمود.

کلید واژگان: سمیت سلولی، MTA، سیمان پرتلند

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۳/۸/۳۰ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۸۳/۹/۳۰ تاریخ تأیید مقاله: ۱۳۸۳/۱۰/۷

مقدمه

درمان ریشه دندان شامل مواردی از درمان دندانپزشکی است که به معالجه بیماریهای پالپ و پری‌آپیکال می‌پردازد. هدف از این نوع درمان حذف باکتریها و کلیه عوامل محرکی است که سبب ایجاد عوارضی نظیر درد، آبسه و مشکلات عفونی استخوان می‌گردند. دندانپزشک ممکن است در درمان ریشه با مشکلات پیچیده‌ای از جمله مشکلات دندانهای تروماتیزه با آپکس باز، تحلیل خارجی ریشه، تکمیل درمانهای اندو به وسیله جراحی‌های پری‌رادیکولر و بستن پرفوراسیون‌ها مواجه

*نویسنده مسئول: دانشیار گروه اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. E-mail:drjavaheri@sbmu.ac.ir

**استادیار گروه اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان.

*** دانشیار گروه ایمونولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

**** ایمونولوژیست.

www.SID.ir

Archive of SID

شود.(۱) بنابراین کاربرد موادی که بتوانند مهروموم مناسب ایجاد نموده، در عین حال حداقل واکنش التهابی را داشته باشند، ضرورت دارد. از طرفی این مواد باید به راحتی و سهولت در اختیار باشند. ماده Mineral Trioxide Aggregate (MTA) در سال ۱۹۹۳ در دانشگاه Lomalinda توسط ترابی‌نژاد معرفی گردید. پس از انجام تحقیقات بسیار پیرامون خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و عدم تحریک‌کنندگی آن مشخص شده که این ماده جهت درمانهای فوق کاملاً مورد تایید می‌باشد.(۲) این ماده در حال حاضر در ایالات متحده آمریکا در بسته‌بندی‌های ۱، ۲ و ۳ گرمی موجود بوده که از قیمت بالایی برخوردار است. بنا به پیشنهاد کارخانه سازنده برای درمان عادی هر ۲ دندان ۱ گرم آن کاربرد دارد.

در تحقیقات بعدی انجام گرفته Green و Wucherpfeningدر سال ۱۹۹۹ گزارش کردند که MTA و سیمان پرتلند از نظر میکروسکوپیک، ماکروسکوپیک و آنالیز X-Ray defraction مشابه می‌باشند. این محققین همچنین مطرح نمودند که سیمان پرتلند از نظر تطابق و سازگاری نسجی و حمایت در تشکیل ماتریکس استخوانی کاملاً مشابه MTA می‌باشد.(۳) در مطالعه Keiser و همکاران (۲۰۰۰) که به بررسی cytoxicity سه ماده MTA، Amalgam و Super EBA بر روی سلولهای فیبروبلاست PDL انسان پرداخت در تمام گروههای Fresh mixed با غلظت کم و غلظت زیاد و نیز در گروه set شده با غلظت زیاد، کمترین میزان cytotoxicity به MTA مربوط بود.(۴) Abdullah و همکاران (۲۰۰۲) به مقایسه سازگاری نسجی سیمان ساختمانی Unmodified سیمان پرتلند گلاس آینومر و MTA بر روی سلولهای SaOs-2 استئوسارکومای انسانی در شرایط آزمایشگاهی (invitro) پرداختند. نتیجه تحقیق آنها مشخص کرد که سلولهای SaOs-2 که با MTA و سیمان پرتلند در تماس بودند سالم بوده در حالی که سلولهایی که با گلاس آینومر در تماس بودند مرده یا round شده بودند.(۵) در مطالعه Saidon و همکاران (۲۰۰۳) که تحت عنوان واکنش سلولی و بافتی به سیمان پرتلند و MTA انجام گرفت مشخص شد که این دو ماده در محیط In vivo و In vitro، Cytotoxic نبوده، از این نظر نیز مشابه می‌باشند.(۶) از طرفی اخیراً در دانشکده دندانپزشکی تبریز، لطفی اقدام به ساختن ماده‌ای به نام Root - MTA نموده است که مشابه MTA می‌باشد. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران آنالیز کیفی این ماده را با MTA ساخت کارخانه Tulsadent آمریکا مقایسه نموده، مشابهت آن را مورد تایید قرار داده است. عمادی و همکاران (۱۳۸۱) به مقایسه سمیت سلولی Root-MTA و MTA بر روی سلولهای تک‌هسته‌ای خون انسان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که سمیت MTA ایرانی (Root - MTA) به طور معنی‌داری از MTA خارجی (در غلظت‌های مختلف) کمتر می‌باشد.(۷) MTA ماده‌ای گران بوده و به راحتی در دسترس نمی‌باشد. بنابراین لزوم جایگزینی ماده مشابهی که در داخل کشور تهیه شده، به راحتی در دسترس بوده، ارزان باشد منطقی به نظر می‌رسد. بنابراین ضرورت دارد که مطالعاتی پیرامون مقایسه این مواد با ماده اصلی انجام پذیرد. هدف از این مطالعه مقایسه اثر سمیت سلولی سه مادهٔ MTA، سیمان پرتلند و Root – MTA بر روی سلولهای مونونوکلئر خون محیطی انسان می‌باشد.

مواد و روشها

روش مطالعه تجربی و تکنیک اجرای آن مشتمل بر معاینه بیمار، پرسش از بیمار، مشاهده نتایج و تکمیل فرم اطلاعاتی بود. از ۲۰ فرد سالم که در زمان خونگیری، هیچ داروئی مصرف نمی‌کردند. با استفاده از یک سرنگ cc ۵ آغشته به هپارین cc ۵ خون تهیه شد. سپس در شرایط استریل به نمونه خونی جمع‌آوری شده cc ۵ محلول HBSS، (Hanks

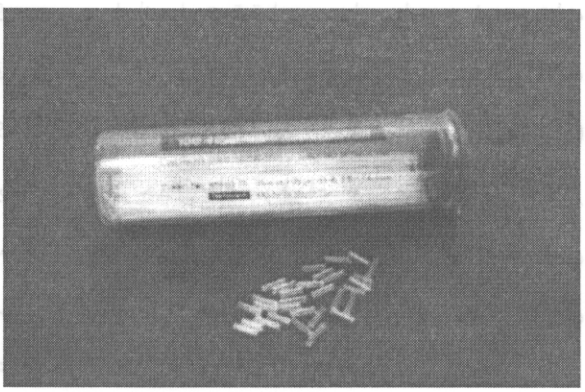
www.SID.ir

Archive of SID

(Balanced Salt Solution). ساخت Gibco - BRL اسکاتلند– اضافه شد. در مرحله بعد ۵ cc از محلول فوق به آرامی و از کنار لوله – به نحوی که با فایکول مخلوط نگردد – بر روی ۳cc فایکول – Lymphodex آلمانی خریداری شده از شرکت شیمی طب – اضافه شد. سپس محلول بدست آمده به مدت ۳۰ دقیقه با دور rpm ۱۸۰۰ جهت جداسازی سلولهای منونوکلئر از سایر سلولها سانتریفوژ شد. پس از آن لایه مربوط به سلولهای منونوکلئر به آرامی به داخل یک لوله سانتریفوژ استریل دیگر منتقل و سه مرتبه با محلول HBSS و انجام سانتریفوژ با دور rpm ۱۵۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه شستشو داده شد. پس از بار سوم، مایع رویی خارج شده، بر روی آن cc ۱ از محلول HBSS ریخته شد. سلولهای بدست آمده شمارش شدند تا از زنده بودن سلولها، حداقل به میزان ۹۵ درصد، اطمینان حاصل شود. شایان ذکر است که برای اطمینان از زنده بودن سلولها، آنها با ترپیان‌بلو رنگ‌آمیزی شدند. نفوذ توپیان بلو به داخل سلول – نشان‌دهنده نفوذپذیر شدن غشاء به دلیل تغییرات تخریبی یا مرگ می‌باشد.

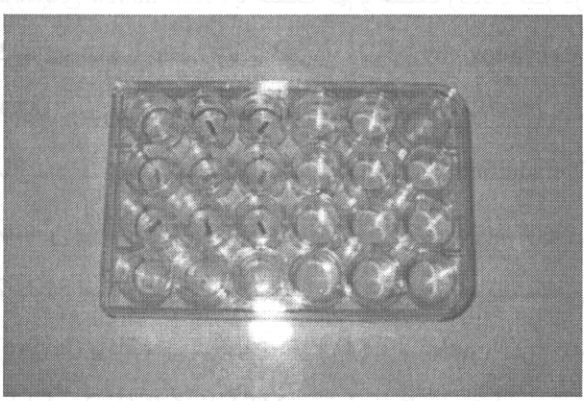
خوشبختانه در تمام موارد سلولهای زنده در حد بسیار بالایی بودند. ($۶-۷ \times ۱۰^{۶}$ سلول در هر میلی‌متر مکعب). با استفاده از محلول RPM (Gibco-BRL – اسکاتلند، ۱۰ g/l خریداری شده از شرکت طوبی نگین)، FCS (Fetal Calf Serum ۱۰٪ ساخت شرکت بهار افشان) جنتامایسین سولفات (۲۰ µg/ml) و آمفوتریسین B (۲/۵ µg/ml)، محیط کشت مناسب فراهم شد. سپس برای کشت سلولها، ۱۰۰µl از سوسپانسیون سلولی به داخل چاهک‌های (well) بلیت‌های کشت ۲۴ خانه‌ای (NuNC – دانمارک خریداری شده از شرکت تکنوژن) ریخته و به آن ۲۰۰µl از محیط کشت اضافه شد.

جهت آماده‌سازی مواد مورد مطالعه لوله‌های هماتوکریت (موئینه) به طولهای مساوی ۵ mm برش زده شده، استریل گردیدند. (شکل ۱) مواد مورد مطالعه طبق دستور کارخانه سازنده مخلوط شده، از یک سمت در داخل لوله‌ها قرار داده شدند. (شکل ۲) پس از گذشت مدت زمان ۲۴ ساعت – جهت set شدن مواد – در شرایط استریل، مواد در پلیت‌های کشت گذاشته شدند. (شکل ۳) سپس پلیت‌ها به داخل انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد و Co_2 ۵٪ منتقل شدند.



شکل ۱ – لوله‌های هماتوکریت

شکل ۲– مواد مورد مطالعه



شکل ۳ – مواد مورد مطالعه در پلیت‌های کشت

www.SID.ir

در نهایت پس از گذشت ۲۴ ساعت میزان سلولهای زنده کف پلیت کشت شمارش و viability سلولها محاسبه و با استفاده از آزمون آماری Kruskal Wallis مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

این مطالعه بر روی سلولهای منونوکلئو خون محیطی ۲۰ فرد سالم انجام گرفت. در طی مطالعه هیچ کدام از نمونه‌های خونی حذف نشدند. با بررسی اثر cytotoxic مواد مورد مطالعه بر روی سلولهای منونوکلئو خون محیطی انسان پس از گذشت ۲۴ ساعت با استفاده از آزمون آماری Kruskal Wallis مشخص شد که بین گروههای مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت (P=۰/۰۲۵) (نمودار ۱). با استفاده از آزمون آماری Mann Whitney U گروههای مورد مطالعه دو به دو با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته، مشخص شد که این اختلاف آماری بین گروههای MTA، Root-MTA (P=۰/۰۳۳)، همچنین بین Root - MTA و گروه کنترل (P=۰/۰۰۳) معنی‌دار بود. (جدول ۱) بالاترین میزان cytotoxicity مربوطه Root - MTA و کمترین میزان به MTA مربوط بود. ترتیب میزان cytotoxicity به شرح زیر می‌باشد: (جدول ۲)

Root-MTA > P.C >MTA

Archive of SID

جدول ۱- مقایسه دو به دو مواد مورد مطالعه از لحاظ **viability** سلولهای چسبیده به کف پلیت کشت در بیست و چهار ساعت

گروه‌ها	شاخص‌ها	تعداد	میانگین	جمع Rank ها	Mann-Whitney U	Asymp-P (۲ دامنه)	P واقعی (۲ دامنه)
MTA		۲۰	۲۴/۳۸	۴۸۷/۵۰	۱۲۲/۵۰۰	۰/۰۳۳	۰/۰۳۵
Root-MTA		۲۰	۱۶/۶۳	۳۳۲/۵۰			

گروهها	شاخص‌ها	تعداد	میانگین	جمع Rankها	Mann-Whitney U	Asymp-P (۲ دامنه)	P واقعی (۲ دامنه)
MTA		۲۰	۲۱/۴۵	۴۲۹/۰۰	۱۸۱/۰۰۰	۰/۵۹۹	۰/۶۲۰
Portland cement		۲۰	۱۹/۵۵	۳۹۱/۰۰			

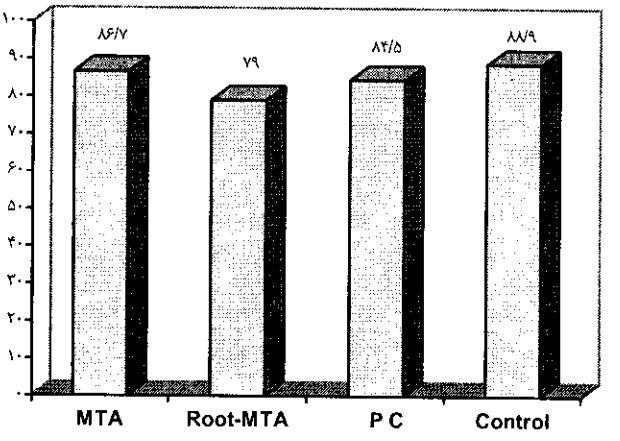
گروهها	شاخص‌ها	تعداد	میانگین	جمع Rankها	Mann-Whitney U	Asymp-P (۲ دامنه)	P واقعی (۲ دامنه)
Root-MTA		۲۰	۱۸/۲۹	۳۴۷/۵۰	۱۵۷/۵۰۰	۰/۲۴۵	۰/۲۵۸
Portland cement		۲۰	۲۲/۵۰	۴۷۲/۵۰			

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه چهار گروه مورد مطالعه از لحاظ viability سلولهای چسبیده به کف پلیت در بیست و چهار ساعت.

شاخص‌ها / گروهها	تعداد	میانگین رتبه
MTA	۲۰	۴۳/۶۳
Root-MTA	۲۰	۲۸/۵۲
Protland cement	۲۰	۳۹/۸۳
کنترل	۲۰	۵۰/۰۳
نتیجه آزمون		
Chi Square		۹/۳۴۴
درجه آزادی (df)		۳
Asymp.Sig(P)		۰/۰۲۵



نمودار ۱- مقایسه چهار گروه مورد مطالعه از لحاظ Viability سلولهای چسبیده به کف پلیت کشت در ۲۴ ساعت

بحث

به علت تشابه ساختمانی و ترکیبات سیمان پرتلند و Root - MTA با MTA (۸) محققین بر آن شدند تا میزان سمیت سلولی (cytotoxicity) این مواد بر روی سلولهای منونوکلئو خون محیطی انسان را مورد سنجش قرار دهند، تا شاید قدمی در جهت معرفی ماده‌ای جدید به جای MTA بردارند. از آنجا که برای معرفی یک ماده و کاربرد آن در کلینیک در درجه اول به ارزیابی سمیت سلولی این مواد در محیط In vitro نیاز می‌باشد، مراحل آزمایشگاهی زیر برای مواد فوق از نظر بررسی میزان سمیت سلولی انجام پذیرفت. در انجام این بررسی مانند مطالعات دیگر از لوله‌هایی به عنوان حامل مواد و نیز از همان لوله‌ها به صورت خالی به عنوان کنترل استفاده گردید. استفاده از حامل برای قرار دادن مواد سبب می‌شد که شرایطی مانند شرایط کانال ریشه ایجاد شود. در ضمن با این روش در مدت مطالعه مواد در محیط کشت پخش نمی‌شدند.(۱۰،۹) در سوابق مطالعاتی که روی MTA و سیمان پرتلند انجام شده، Green و Wucherpfening در سال ۱۹۹۹ گزارش کرده‌اند که MTA و سیمان پرتلند غالباً از نظر میکروسکوپیک، ماکروسکوپیک و آنالیز X-Ray defraction مشابه یکدیگر می‌باشند. آنها بیان کرده‌اند که هر دو ماده زمانی که به عنوان ماده پالپ کپ مستقیم در دندان Rat استفاده شوند، سبب تشکیل ماتریکس از راه مشابه در محیط کشت سلولهای osteoblast-like، همچنین سبب تشکیل دنتین ترمیمی می‌شوند.(۳) Estrela و همکاران در سال ۲۰۰۰ نیز خواص شیمیایی و آنتی‌میکروبیال برخی از مواد از جمله MTA و سیمان پرتلند را مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش کردند که سیمان پرتلند عناصر شیمیایی اصلی مشابه MTA را دارد، فقط به MTA بیسموت اضافه شده است. آنها نشان دادند که MTA و سیمان پرتلند PH مشابه یکدیگر نیز دارند.(۸) در مطالعه‌ای هم که Saidon و همکاران (۲۰۰۳) بر روی واکنش سلولی و بافتی MTA و سیمان پرتلند انجام دادند اذعان داشتند که این دو ماده در محیط In vitro و In vivo cytotoxic نبوده، از این نظر مشابه هم می‌باشند.(۶) یافته‌های تحقیق حاضر نیز MTA cytotoxicity و سمان پرتلند را مشابه نشان داد. با مشاهده جداول آماری یافته‌ها مشخص می‌شود که کمترین میزان cytotoxicity در MTA مشاهده می‌شود که با مشاهدات ترابی نژاد (۱۹۹۵) که بیان داشت کمترین cytotoxicity در بین چهار ماده پر کننده انتهای ریشه، مربوط به MTA است(۲)، همخوانی دارد. نتایج حاصل از تحقیق Keiser در سال ۲۰۰۰ که اثرات cytotoxic

www.SID.ir

Archive of SID

سه ماده پر کننده انتهای ریشه را بر روی فیبروبلاستهای لیگامان پریودنتال انسان مقایسه کرد و دریافت که کمترین میزان سمیت مربوط به MTA می‌باشد،(۴) همچنین تحقیق حسین‌زاده (۱۳۸۱) که واکنش بافتی سیمان پرتلند و MTA را در بافت همبند Rat مقایسه کرد و دریافت که واکنش التهابی این مواد شبیه یکدیگر می‌باشد،(۱۱) با مطالعه حاضر کاملاً همخوانی دارد. در مطالعه‌ای که بلورچی و همکاران در سال ۱۳۸۱ انجام دادند و در آن واکنش بافتی MTA و ROOT - MTA را در بافت همبند Rat مقایسه کردند نتایج نشان داد که از نظر اثرات التهابی تفاوت معنی‌داری بین ROOT – MTA و MTA وجود ندارد، (۱۲) که این نتیجه با نتیجه حاصل از مطالعه فعلی تفاوت دارد. این تفاوت ممکن است به این علت باشد که مطالعه حاضر در محیط In vitro و مطالعه بلورچی (۱۳۸۱) در محیط In vivo بوده است، همچنین کیفیت بررسی نتایج در دو مطالعه کاملاً متفاوت است. در مطالعه عمادی (۱۳۸۱) نیز Root - MTA و MTA از نظر cytotoxicity در محیط کشت مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که Root - MTA سمیت سلولی کمتری نسبت به MTA دارد(۷) که این با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر کاملاً در تضاد می‌باشد. لازم به ذکر است که علت این تفاوت ممکن است در روشهای کاملاً متفاوت به کار گرفته شده در دو تحقیق باشد و از طرفی طراحی و روش تحقیق عمادی (۱۳۸۱) با تحقیق حاضر کاملاً متفاوت بود. عمادی و همکاران (۱۳۸۱) غلظت‌های مختلف مواد مورد مطالعه را بدون این که در حاملی قرار گیرند بر محیط کشت اضافه کرده، در نهایت نیز با استفاده از روش MTT سمیت سلولی را بررسی کردند و یافته‌هایی متفاوت با یافته‌های مطالعه حاضر ارائه نمودند.

نتیجه‌گیری

از بررسی یافته‌های این تحقیق چنین بنظر می‌رسد سیمان پرتلند با MTA مشابه است که احتمالاً این موضوع بخاطر شباهت ساختاری سیمان پرتلند با MTA می‌باشد. بنابراین مشخص می‌شود که سیمان پرتلند آمادگی شرکت در آزمونهای دیگر جهت جایگزینی MTA را دارد. با توجه به دسترسی آسان به سیمان پرتلند و قیمت مناسب آن و نتایج بدست آمده از این تحقیق راهی برای ادامه کار بر روی این ماده ارزشمند جهت کاربری آن بر روی انسان باز شده است. اما لازم است تا آزمایشات بافتی دیگری نظیر موتاژنیستی، القای تشکیل بافت استخوانی و آزمایشات کلینیکی (in vivo, in vitro) در این زمینه توسط محققین دیگر انجام و پیگیری گردد.

References

1. Torabinejad M, Chivian N, Noah C: Clinical Application of Mineral Trioxide Aggregate. J Endod 1999;25:197-205.
2. Torabinejad M, Hong CV: Physical and chemical properties of a new Root End Filling Material. J Endod 1995;21:349-352.
3. Wucherpfenning AL, Green DB: MTA VS Protland cement: two biocompatible filling materials. J Endod 1994;4:308.
4. Keiser K, ChandJohnson C, Tipton DA: Cytotoxicity of mineral trioxide Aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. J Endod 2000;5: 288-291.
5. Abdullah D, Pittford TR, Papaiannous S, Mcdonald F, Nicholson J: Evaluation of Accelerated portland cement as a restorative material. Biomaterials 2002;19:4001-4010.
6. Saidon J, He J, Zhu Q, Safavi K, Spangberg HS: Cell and Tissue reaction to mineral trioxide aggregate and portland cement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod 2003;4:483-489.

www.SID.ir

Archive of SID

۷. عمادی – م، نظری‌مقدم – ک: مقایسه سمیت سلولی MTA ایرانی و خارجی بر روی سلولهای تک هسته‌ای خون محیطی. پایان‌نامه دکتری دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی شاهد، سال تحصیلی ۸۲-۱۳۸۱.

8. Estrela C, Bammann L, Estrela CR, Silva CR, Silva RS, Pecora JD: Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, Calcium Hydroxide paste, sealapex and Dycal. Bras Dent J 2000; 11:3-9.
9. Torneek CD: Reaction of rat connective tissue to polyethlene tube implants. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966;21:379-87.
10. Degrood ME, Oguntebi BR, Cunningham CJ, Pink R: A comparison of tissue reaction to ketac – fil and amalgam. J Endod 1995;21:65-9.

۱۱. آهنگری – ز، حسین‌زاده – ح‌ر، اسلامی – ب: بررسی واکنش بافتی MTA و سیمان پرتلند در Rat. مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ۱۳۸۱؛ ۲۰ (ویژه‌نامه مرکز تحقیقات): ۵۴۷-۵۳۸.

۱۲. اثنی‌عشری- م، بلورچی – آ، اسلامی – ب، ستاری – م: مقایسه واکنش بافتی دو ماده (Proroot ROOT-MTA , MTA در بافت همبند Rat. مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ۱۳۸۲؛ ۲۱ (ویژه‌نامه مرکز تحقیقات):۶۱۳-۶۰۱.

www.SID.ir