بررسی چسبندگی و تغییرات مورفولوژیک سلول‌های استئوبلاست انسان در مجاورت MTA تیره، MTA سفید و سیمان پرتلند

دکتر مریم بیدار[†]*- دکتر جلیل توکل افشاری- دکتر فاطمه شهرامی*****

*دانشیار گروه آموزشی اندودنتیکس و عضو مرکز تحقیقات دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

**دانشیار گروه ایمونولوژی انستیتو تحقیقاتی بوعلی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

***استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

Title: Evaluation of adhesion and morphologic changes of human osteoblasts exposed to gray MTA, white MTA and Portland cement.

Authors: Bidar M. Associate Professor*, Tavakol Afshari J. Associate Professor**, Shahrami F. Assistant Professor*

Address: *Department of Endodontics, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences **Department of Immunology, Bu Ali Research Institute, Mashhad University of Medical Sciences

Background and Aim: Osteoblasts and periodontal ligament cells play a major role in wound healing after root end resection. The interaction of osteoblasts with filling materials is critical in healing of surgical lesions. The aim of this study was to evaluate the morphology and adhesion of human osteoblasts (MG-63 cell line) in contact with IRM, gray MTA, white MTA and Portland cement (PC) as root end filling materials.

Materials and Methods: In this in vitro study, human osteoblasts of osteosarcoma were provided from the cell bank of Iran Pasteur Institute, and cultured in RPMI 1640 medium. Test materials were mixed according to the manufacturer's instructions and placed in contact with osteoblast cells. After the first, third and seventh days discs of materials with grown cells were fixed and examined by scanning electron microscopy.

Results: Results showed that after 7 days most of the osteoblasts were attached to the surface of both gray and white MTA and PC and appeared flat or round, however cells adjacent to IRM were round without any adhesion and spread.

Conclusion: Based on the results of this study, human osteoblasts have a favorable response to gray and white MTA and Portland cement compared to IRM.

Key Words: Osteoblast; Gray MTA (Mineral Trioxide Aggregate); White MTA; Portland cement (PC); Scanning electron microscopy

چکیده

زمینه و هدف: استئوبلاست‌ها و سلول‌های لیگامان پریودنتال سلول‌های اصلی برای ترمیم زخم‌های پس از قطع انتهای ریشه هستند. تماس مستقیم سلول‌های استئوبلاست با مواد پرکردگی نقش حیاتی در ترمیم زخم‌های جراحی دارد. چسبندگی و گسترش سلول‌ها بر سطح مواد، فاز ابتدایی برای فانکشن سلول است. هدف از این مطالعه ارزیابی مورفولوژی و چسبندگی سلول‌های استئوبلاست انسان (رده سلولی MG-63) در مجاورت IRM، MTA تیره، MTA سفید و سیمان پرتلند به عنوان مواد پرکننده انتهای ریشه و ترمیم کننده پرفوراسیون‌ها توسط SEM است.

روش ارزیابی: در این مطالعه آزمایشگاهی سلول‌های استئوبلاست استئوسارکوم انسان از بانک سلولی انستیتوپاستور ایران تهیه و در مدیوم RPMI-1640 کشت داده شدند. مواد مورد آزمایش براساس دستور کارخانه سازنده مخلوط شده و در مجاورت سلول‌های استئوبلاست قرارگرفتند. پس از روزهای اول، سوم و هفتم دیسک‌های حاوی مواد به همراه سلول‌های رشد کرده بر سطح آنها فیکس شدند و توسط اسکن میکروسکوپ الکترونی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بسیاری از سلول‌های استئوبلاست پس از ۷ روز بر سطح هر سه ماده MTA تیره و سفید و سیمان پرتلند چسبیدند و به شکل پهن (flat) یا نسبتاً گرد (round) ظاهر شدند. در مجاورت IRM سلول‌ها به صورت کاملاً گرد بدون هیچگونه چسبندگی و گسترش مشاهده شدند.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر دلالت بر این دارد که سلول‌های استئوبلاست انسان در مجاورت MTA تیره و سفید و سیمان پرتلند به عنوان مواد پرکننده

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: مشهد - بلوار وکیل آباد مقابل پارک ملت دانشکده دندانپزشکی بخش اندودنتیکس - کدپستی: ۹۱۷۳۵

تلفن: ۱۵- ۸۸۲۹۵۰۱ - ۵۱۱ تلفن همراه : ۰۹۱۳۵۱۰۵۱۴۷ نشانی الکترونیک: bidarm@mums.ac.ir

انتهای ریشه پاسخ مطلوبی نشان می‌دهند.

کلید واژه‌ها: استئوبلاست؛ MTA تیره؛ MTA سفید؛ سیمان پرتلند؛ میکروسکپ الکترونی اسکن کننده

وصول: ۸۵/۰۲/۰۱ اصلاح نهایی: ۸۶/۰۲/۱۲ تأیید چاپ: ۸۶/۰۷/۲۹

مقدمه

یکی از اهداف نهایی درمان‌های ریشه بازسازی کامل دستگاه اتچمنت پریودنتال صدمه دیده است و چون مواد رتروفیل در تماس مستقیم بانسج زنده مثل بافت همبند و استخوان قرار می‌گیرند و بازسازی حقیقی این بافت در گرو عملکرد صحیح استئوبلاست‌ها، فیبروبلاست‌ها و سمنتوبلاست‌ها جهت ترمیم استخوان، PDL و سمنتوم است، بنابراین لازم است از موادی استفاده شود که از نظر سازگاری بافتی و سمیت سلولی ایده آل باشند و توانایی تحریک ترمیم در این منطقه را داشته باشند (۱).

گزارش‌های هیستولوژیک دلالت براین دارد که سمنتوم جدید در کنار تعداد اندکی از مواد دندانی تشکیل می‌شود. این مواد شامل MTA، رزین کامپوزیت و هیدروکسی آپاتیت می‌باشد (۱). اخیراً MTA به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. چون یون‌های کلسیم و فسفر از اجزای اصلی این ماده و بافت سخت دندان و استخوان هستند به نظر می‌رسد که این ماده یک عامل سازگاری بافتی در تماس با سلول‌ها و بافت می‌باشد (۲).

از طرفی چون pH آن مشابه کلسیم هیدروکساید می‌باشد (pH=۱۲)، تعجب‌آور نیست که این ترکیب به عنوان ماده رتروفیل، در ایجاد بافت سخت شرکت داشته باشد (۲). اخیراً نوع جدیدی از MTA با رنگ سفید ارائه شده است که مشکل MTA قدیمی را که سبب تغییر رنگ بافت سخت و نرم می‌گردید را ندارد و دارای میزان کمتری آهن در ترکیب خود می‌باشد. علیرغم اینکه این ماده رایج‌تر از نوع قبلی است ولی تاکنون مطالعات گسترده‌ای در مورد آن انجام نشده است.

ماده دیگری که ساختمانی مشابه MTA دارد و می‌تواند در اندودنتیکس مورد استفاده قرار گیرد سیمان پرتلند می‌باشد. این سیمان حاوی مقداری سولفات کلسیم و جاذب رطوبت می‌باشد. مواد دیگر تشکیل دهنده شامل سنگ آهک، سیلیس، اکسید آهن، آلومینا و مقدار جزئی از ترکیبات منیزیم می‌باشد و از نظر خواص ترکیب مشابه MTA است (۳). مطالعه‌ای که توسط Islam و همکاران بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی سیمان پرتلند در مقایسه با MTA انجام شد نشان داد که این دو سیمان در بسیاری موارد خواص فیزیکی بسیار مشابهی دارند، ولی رادیواپسیتی سیمان پرتلند بسیار کمتر از MTA است. به علاوه استحکام فشاری MTA در ۲۸ روز بیشتر از سیمان پرتلند می‌باشد. از آنجایی که محتوای اصلی سیمان MTA همان سیمان پرتلند است، این محققین با توجه به هزینه پایین سیمان پرتلند در مقایسه با MTA و داشتن خواص مشابه آن این سیمان را به عنوان جانشینی برای MTA در درمان‌های اندودنتیک مطرح کردند (۴).

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۶ توسط De-Deus و همکاران انجام شد سیمان پرتلند و MTA جهت ترمیم پرفوراسیون ناحیه فورکا با هم مقایسه شدند. طبق نتایج این مطالعه این دو ماده خواص سیل‌کنندگی مشابهی را به عنوان ماده ترمیم کننده ناحیه پرفوراسیون نشان دادند (۵).

مطالعه دیگری که توسط Saidon و همکاران انجام شد سازگاری نسجی سیمان پرتلند و MTA را به عنوان ایمپلنت داخل استخوانی مورد ارزیابی قرار داد که بر طبق نتایج آن، این دو ماده دارای پاسخ مناسب و سازگاری نسجی مطلوبی بودند (۶). هدف مطالعه حاضر ارزیابی مورفولوژی و چسبندگی سلول‌های استئوبلاست انسانی در مجاورت MTA سفید و تیره و سیمان پرتلند به عنوان مواد رتروفیل توسط میکروسکوپ الکترونی اسکن‌کننده بود.

روش بررسی

در این مطالعه آزمایشگاهی رده سلولی انتخابی سلول‌های استئوبلاست MG-63 از استئوسارکوم انسان بودند. سلول‌ها از بانک سلولی انستیتو پاستور تهران به صورت فلکس سلولی تهیه شدند. سپس در مدیوم RPMI-1640 به همراه سرم گاوی ۱۰٪ و آنتی بیوتیک / آنتی مایکوتیک ۱٪ تحت شرایط استاندارد در حرارت 37^{0}C و رطوبت ۹۵٪ هوا و ۵٪ دی اکسید کربن کشت داده شدند.

جدول۱- مشخصات مواد به کار رفته در تحقیق

نام ماده مصرفی	شرکت سازنده	Batch number
Pro root white MTA	Dentsply, USA	02093081
Pro root gray MTA	Dentsply, USA	02093081
IRM	Dentsply, USA	01184608
سیمان پرتلند نوعV	شرکت سیمان مشهد	13495

مدیوم کشت هر ۲ تا ۴ روز یکبار تعویض می‌شد. مواد پرکننده انتهای ریشه مورد استفاده در این مطالعه شامل MTA تیره، MTA سفید، سیمان پرتلند و IRM بودند. MTA سفید و خاکستری ساخت شرکت Dentsply سوئیس بودند و سیمان پرتلند از نوع V و ساخت شرکت سیمان مشهد بود. مشخصات مواد مورد استفاده در تحقیق در جدول ۱ قابل مشاهده است.

در این مطالعه IRM به عنوان گروه کنترل منفی و سلول‌های استئوبلاست که در مجاورت هیچگونه ماده ای قرار نداشتند به عنوان گروه کنترل درنظرگرفته شدند.

دلیل انتخاب IRM به عنوان گروه کنترل منفی این بود که سمیت این ماده در مجاورت سلول‌های استئوبلاست و لیگامان پریودنتال در مقالات مشابه ثابت شده و به عنوان گروه کنترل منفی در نظر گرفته می‌شود (۷،۱).

مواد براساس دستور کارخانه سازنده مخلوط شدند و بر روی دیسک‌هایی با ضخامت تقریبی ۱ میلی‌متر و ابعاد تقریبی ۱×۱ میلی‌متر درون پلیت‌های ۲۴ خانه قرار گرفتند و سپس محیط کشت به پلیت‌ها اضافه شد. نمونه‌ها در حرارت 37^0C و رطوبت ۱۰۰٪ قرار گرفتند. مدیوم کشت (۲۰۰g/well) هر روز به مدت دو هفته تعویض می‌شد. این عمل اجازه سخت شدن ماده و رقیق شدن مواد سیتوتوکسیک را می‌داد. پس از یک هفته سلول‌های استئوبلاست MG-63 به میزان 4×10^{10} به هر پلیت اضافه شد.

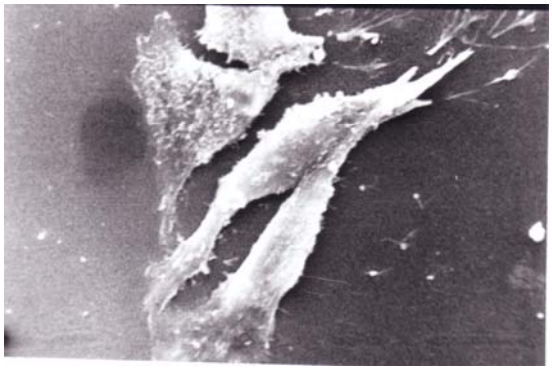
از هر گروه ۴ نمونه وجود داشت که در جمع پس از پریودهای ۱، ۳ و ۷ روز ۶۰ نمونه داشتیم. پس از اضافه کردن سلول‌ها و گذراندن زمان انکوباسیون، دیسک‌ها تحت مراحل فیکس نمودن و آماده‌سازی جهت بررسی توسط میکروسکپ الکترونی اسکن‌کننده قرار گرفتند. جهت ثابت نمودن نمونه‌ها دیسک‌های حاوی نمونه سه بار با سالین فسفات بافر شسته شدند، سپس با گلوتارآلدئید ۲/۵٪ به مدت یک ساعت ثابت شدند و به مدت ۳۰ دقیقه در اسمیوم تتراکساید ۲٪ مرحله پس از فیکس را طی کردند. نمونه‌ها در ascending grade اتانل به صورت اتانل ۲۵٪ ، ۵۰٪ ، ۷۵٪ ، ۹۵٪ هر کدام به مدت ۱۵ دقیقه و ۴ مرتبه در اتانل ۱۰۰٪ هر کدام ۲۰ دقیقه دهیدراته شدند. سپس به مدت ۳۰ دقیقه درون هگزامتیل دی سیلازان قرار گرفتند و در معرض هوا خشک شدند.

پس از طی کردن مراحل ثبوت، نمونه‌ها به مقدار ۱۵ نانومتر پوشش طلا داده شدند، سپس تحت خلاء قرار گرفتند و با میکروسکوپ الکترونی اسکن کننده تحت بزرگنمائی‌های ۱۰۰× و ۱۰۰۰× مشاهده شدند (Oxford, SEM-5360).

نحوه ارزیابی بدین گونه بود که اگر سلول‌ها در مجاورت ماده مورد نظر به صورت flat (پهن) یا نسبتا round (گرد) و چسبیده به سطح مشاهده شوند حاکی از این است که ماده خاصیت سازگاری نسجی مطلوبی دارد و سلول در مجاورت این ماده دارای فانکشن می‌باشد. اگر سلول‌ها در مجاورت ماده مورد نظر به صورت کاملا round و جدا از سطح مشاهده شوند دال بر سمیت و عدم سازگاری نسجی ماده می‌باشد (۷،۵،۱).

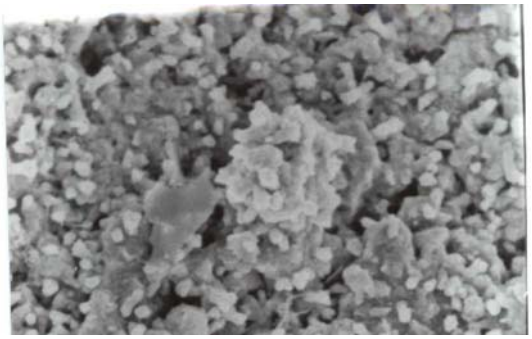
یافته‌ها

نتایج روز اول: در گروه کنترل مثبت پس از ۲۴ ساعت سلول‌ها به صورت نرمال و چسبنده به سطح قابل مشاهده بودند (شکل۱). در همین زمان در گروه IRM سلول‌ها به صورت گرد و جدا از هم مشاهده شدند (شکل۲). در حالی که در مجاورت سیمان پرتلند، MTA تیره و سفید، چسبندگی و مورفولوژی نرمال سلولی دیده شد (اشکال۳-۵).



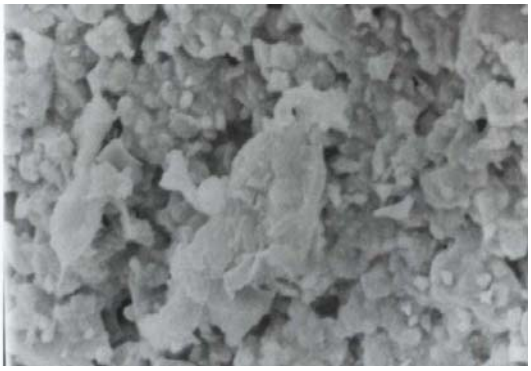
شکل۱- نمای SEM گروه کنترل مثبت بعد از ۲۴ ساعت با بزرگنمایی ۱۰۰۰× نمای نرمال مورفولوژی سلول با اتصال سلولی دیده می‌شود.

شکل۲- نمای SEM گروه IRM بعد از ۲۴ ساعت با بزرگنمایی ۱۰۰۰× سلول‌ها به صورت round (گرد) و جدا از سطح دیده می‌شود.



شکل۳- نمای SEM گروه سیمان پرتلند بعد از ۲۴ ساعت با بزرگنمایی ۱۰۰۰× نمای نرمال مورفولوژی سلول با اتصال سلولی دیده می‌شود.

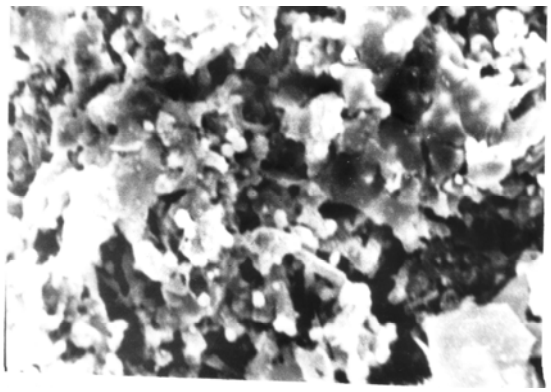
شکل۴- نمای SEM گروه MTA تیره بعد از ۲۴ ساعت با بزرگنمایی ۱۰۰۰× نمای نرمال سلولی همراه با اتصال سلولی دیده می‌شود.



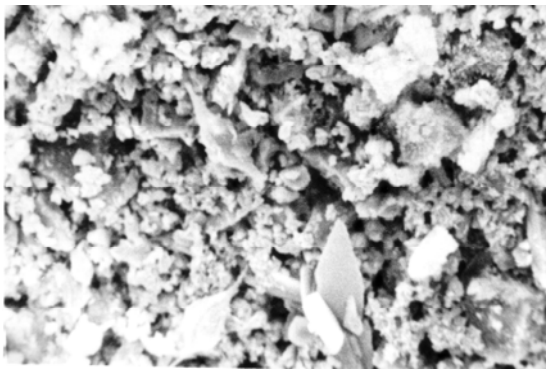
شکل۵- نمای SEM گروه MTA سفید بعد از ۲۴ ساعت با بزرگنمایی ۱۰۰۰× اتصال سلول‌ها به سطح قابل مشاهده است.

نتایج روز سوم: پس از سه روز سلول‌ها در مجاورت سیمان پرتلند MTA تیره و سفید به صورت flat و چسبیده به مواد مشاهده شدند (اشکال۶-۸).

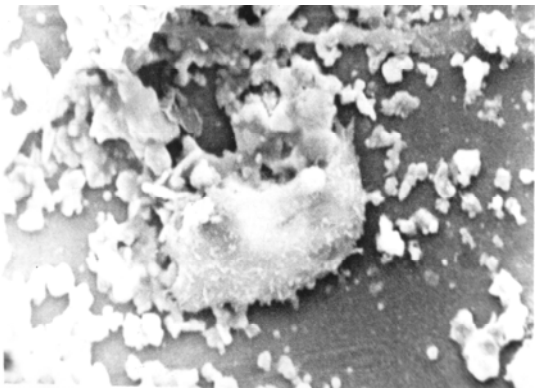
سلول‌ها در مجاورت IRM به صورت گرد و جدا از سطح و سلول‌های گروه کنترل مثبت به صورت چسبیده به سطح قابل مشاهده بودند.



شکل۶- نمای SEM گروه سیمان پرتلند روز سوم با بزرگنمای ۱۰۰۰× اتصال سلولی دیده می‌شود.

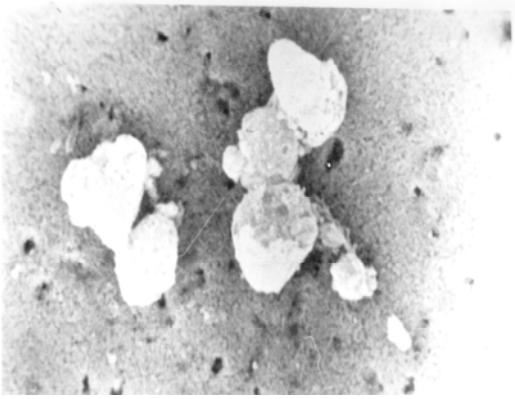


شکل۷- نمای SEM گروه MTA تیره روز سوم بزرگنمایی ۱۰۰۰× اتصال سلولی قابل مشاهده است.

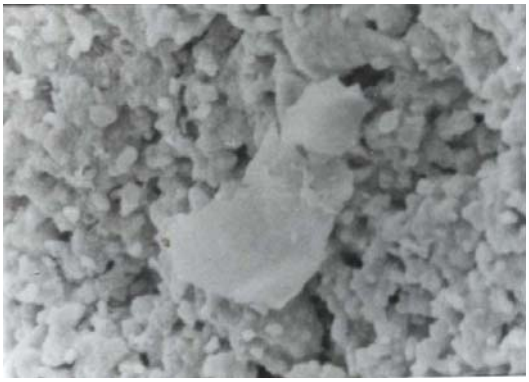


شکل۸- نمای SEM گروه MTA سفید روز سوم بزرگنمایی ۱۰۰۰× مورفولوژی نرمال سلول همراه اتچمنت سلولی مشاهده می‌شود.

نتایج روز هفتم: در روز هفتم چسبندگی و مورفولوژی نرمال سلول‌ها در مجاورت سیمان پرتلند و هر دو MTA قابل مشاهده بود و در مجاورت IRM سلول‌ها به طور کامل گرد و جدا از سطح بودند. چسبندگی سلول‌ها در گروه کنترل مثبت قابل مشاهده بود (اشکال۹-۱۲).



شکل۹- نمای SEM گروه IRM (کنترل منفی) روز هفتم بزرگنمایی ۱۰۰۰× سلول‌ها به صورت گرد و جدا از سطح قابل مشاهده است.



شکل۱۰- نمای SEM گروه سیمان پرتلند روز هفتم با بزرگنمایی ۱۰۰۰× نمای نرمال مورفولوژی سلول با اتصال سلولی دیده می‌شود.

شکل۱۱- نمای SEM گروه MTA تیره روز هفتم بزرگنمایی ۱۰۰۰× اتصال سلولی قابل مشاهده است.

شکل۱۲- نمای SEM گروه MTA سفید روز هفتم بزرگنمایی ۱۰۰۰× اتصال سلولی قابل مشاهده است.

بحث و نتیجه‌گیری

روش‌های مختلفی جهت بررسی سمیت سلولی مواد اندودنتیک که برای آپکسیفیکاسیون، رتروفیل و ترمیم پرفوراسیون‌ها استفاده می‌شوند و در جوار نسج زنده پریودنشیوم قرار می‌گیرند معرفی شده است. از جمله این روش‌ها روش رادیوکروموم و ایمپلنت‌های استخوانی می‌باشد (۷). جهت بررسی سیتومورفولوژی رده‌های خاص سلولی در مجاورت این مواد نیز از میکروسکپ الکترونی اسکن‌کننده (SEM) استفاده می‌شود (۲).

دلیل انتخاب سلول استئوبلاست در این مطالعه این بود که این سلول و سلول‌های لیگامان پریودنتال از جمله فیبروبلاست و سمنتوبلاست، سلول‌های اصلی جهت ترمیم زخم به دنبال قطع انتهای ریشه در جراحی پری آپیکال و همچنین در ترمیم پرفوراسیون‌ها می‌باشند (۱). تماس مستقیم سلول استئوبلاست با مواد مورد نظر نقش حیاتی در ترمیم این ناحیه ایفا می‌کند. چسبندگی و گسترش سلول‌ها بر

سطح یک ماده مرحله ابتدائی برای فانکشن سلول می‌باشد. وجود سلول‌های گرد بدون چسبندگی نشانه این است که ماده سازگاری نسجی ندارد (۱).

مطالعات مختلفی سازگاری نسجی MTA تیره را ثابت کرده اند و همچنین توانایی این ماده در تحریک سمنتوژنز و ترمیم زخم ثابت شده است (۸-۱۰). ولی در رابطه با نوع جدیدی از MTA به نام MTA سفید (White MTA) هنوز مطالعات گسترده‌ای انجام نشده است.

سیمان پرتلند که بیشتر در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز اخیراً در بعضی مطالعات مرتبط با دندانپزشکی مطرح شده است (۱۱). به طور مثال در سال ۲۰۰۱، Holland و همکاران با توجه به گزارش‌های مختلف مبنی بر شباهت بین ترکیب شیمیایی MTA و سیمان پرتلند (PC) مطالعه‌ای را در مورد واکنش پالپ دندان سگ بعد از پالپوتومی و پالپ کپ مستقیم انجام دادند. طبق نتایج این مطالعه پس از ۶۰ روز یک پل کامل توبولار تشکیل شده از بافت سخت (پل عاجی) تقریبا در همه نمونه‌ها وجود داشت و MTA تیره و PC نتایج مشابهی را نشان دادند (۳).

در سال ۲۰۰۳ تحقیق دیگری توسط Saidon و همکاران بر روی خوکچه‌های هندی صورت گرفت. پس از بیهوشی خوکچه‌ها انسیزورهای مندیبل تا ناحیه سمفیز اکسپوز شدند و حفرات استخوانی با MTA و PC پر شد. حیوان‌ها پس از ۲ تا ۱۲ هفته کشته شدند و بافت تحت ارزیابی هیستولوژیک با میکروسکپ نوری قرار گرفت. ترمیم استخوانی و التهاب بافتی بسیار خفیف در مجاورت ایمپلنت‌های MTA و PC وجود داشت و واکنش سلولی در هر دو گروه مشابه بود (۶).

دلیل انتخاب IRM در این مطالعه این بود که این ماده در سال‌های اخیر کاربرد فراوانی به عنوان ماده رتروفیل داشته است ولی در مطالعات مختلف عدم سازگاری نسجی این ماده ثابت شده و به عنوان گروه کنترل منفی در نظر گرفته می‌شود (۸).

در مطالعه حاضر مورفولوژی سلول‌های استئوبلاست در جوار IRM به صورت کاملا گرد و جدا از سطح بود که مشابه Koh و همکاران در سال ۱۹۹۷ Zhu و همکاران در سال ۲۰۰۰ نشان دهنده سمیت این ماده می‌باشد (۸،۱). سلول‌ها در مجاورت MTA تیره و سفید و سیمان پرتلند پس از ۷ روز دارای مورفولوژی نرمال بودند و در تماس مستقیم و چسبیده به مواد مشاهده شدند که این نتیجه مشابه نتایج Koh و همکاران و Zhu و همکاران در مورد MTA تیره بود (۸،۱).

در مطالعه‌ای که Abdullah و همکاران جهت بررسی سمیت سلولی بر روی پاسخ سلول‌های استئوسارکوم Saos-2 در مجاورت سیمان پرتلند و MTA انجام دادند، ارزیابی واکنش و مورفولوژی سلولی توسط SEM صورت گرفت. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که سیمان پرتلند یک ماده غیرسمی است و توانایی تحریک ترمیم استخوان را دارد (۱۲). نتایج مطالعه حاضر نیز مشابه نتایج مطالعه فوق می‌باشد.

Ribeiro و همکاران ژنوتوکسیسیتی و سازگاری نسجی دو نوع سیمان پرتلند regular و سفید را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق از تست‌های alkaline single cell gel (comet) و trypan blue exclusion استفاده شد. نتایج نشان داد که هیچکدام از این دو نوع سیمان پرتلند و همچنین MTA ژنوتوکسیک نبودند و سبب مرگ سلولی نشدند. سلول‌های مورد استفاده در این تحقیق سلول‌های لنفومای موش بود (۱۳). نتلیج این مطالعه مشابه مطالعه ما بود.

در مطالعه دیگری که در سال ۲۰۰۶ انجام شد صدمات ژنتیکی سلول‌های لنفوسیت محیطی انسان در مجاورت سیمان پرتلند و MTA مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که مجاورت سلول‌های لنفوسیت محیطی با سیمان پرتلند و MTA سبب افزایش صدمات DNA در این سلول‌ها نمی‌شود (۱۴).

در مطالعه Perez و همکاران سلول‌های استئوسارکوم MG-63 پس از ۹ روز در تماس با دو ماده MTA سفید و تیره مورفولوژی نرمال خود را حفظ کردند ولی سلول‌های primary پس از ۱۳ روز در سطح MTA سفید به صورت فعال و زنده مشاهده نشدند (۱۰). تفاوت در چسبندگی سلول‌های استئوبلاست به مواد مختلف به علت تفاوت در مشخصات سطح ماده یا اجزای شیمیایی مواد می‌باشد (۱۰).

در مورد اینکه آیا سلول‌های اولیه (primary) یا رده‌های سلولی aneuploid (سلول‌های تومورال) برای بررسی سازگاری نسجی مواد استفاده شوند اختلاف نظر وجود دارد (۱۰). فایده استفاده از رده‌های سلولی aneuploid این است که سلول‌ها به لحاظ فنوتیپی پایدار هستند و جمعیت سلولی ثابت است و برای بررسی‌های بیوشیمیایی به اندازه کافی بزرگ هستند (۱۰).

طبق نتایج این مطالعه پاسخ سلول‌های استئوبلاست در مجاورت MTA تیره و سفید و سیمان پرتلند مشابه و نشان‌دهنده سازگاری نسجی هر سه ماده بود و استفاده از این مواد در مجاورت نسج زنده پریودنشیوم سبب مسمومیت سلولی نمی‌گردد.

با توجه به اینکه این مطالعه یک ارزیابی اولیه واکنش سلولی است، توصیه می‌شود مطالعات بیشتری در رابطه با خصوصیات این مواد انجام شود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق در شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد مورد تصویب قرار گرفته است. بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه که هزینه‌های این تحقیق را پرداخت نموده‌اند، قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spangberg LS.Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. J Endod. 2000 Jul;26(7):404-6.

2- Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD.Cytotoxicity of four root end filling materials. J Endod. 1995 Oct;21(10):489-92.

3- Holland R,de Souza V, Murata SS, Nerj MJ, Bernab PF, Otoboni Filho, De Zan Junior E. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp cover with mineral trioxide aggregate or Portland cement. Braz Dent. 2001; 12(2): 109-13.

4- Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. J Endod. 2006 Mar;32(3):193-7.

5- De-Deus G, Petruccelli V, Gurgel-Filho E, Coutinho-Filho T. MTA versus Portland cement as repair material for furcal perforations: a laboratory study using a polymicrobial leakage model. Int Endod J. 2006 Apr;39(4):293-8.

6- Saidon J, He J, Zhu Q, Safavi K, Spangberg G. Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003 Apr;95(4):483-9.

7- Thomson TS, Berry JE, Somerman MJ, Kirkwood KL. Cementoblasts maintain expression of osteocalcin in the presence of mineral trioxide aggregate. J Endod. 2003 Jun; 29 (6): 407-12.

8- Koh ET, Torabinejad M, Pitt Ford TR, Brady K. Mineral trioxide aggregate stimulates response in human osteoblast. J Biomed Master Res. 1997; 37: 432-9.

9- Cohen S, Burns RC. Pathways of the Pulp. 8th edition. Philadelphia; 2002;P. 719.

10- Perez AL, Spears S. Guttamann. Osteoblasts and MG-63 osteosarcoma cells behave differently when in contact with pro root MTA and white MTA. Int Endod J. 2003; 36: 564-70.

11- Song JS, Mante FK, Romanow WJ, Kim S. Chemical analysis of powder and set forms of Portland cement, gray ProRoot MTA, white ProRoot MTA, and gray MTA-Angelus. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Dec;102(6):809-15. Epub 2006 Apr 21.

12- Abdullah D, Ford TR, Papaioannou S, Nicholson J, Mc McDonal F. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. Biomaterials. 2002 Oct; 23(19): 4001-10.

13- Ribeiro DA, Duarte MA, Matsumoto MA, Marques ME, Salvadori DM. Biocompatibility invitro tests of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements. J Endod. 2005; 31(8): 605-7.

14- Braz MG, Camarg OEA, Salvadori D.M.F, Marques M.E.A, Ribeiro DA. Evaluation of genetic damage in human peripheral lymphocytes exposed to mineral trioxide aggregate and Portland cement. Journal of Oral Rehabilitation 2006 Mar; 33(3): 234-9.