

بررسی بافت شناختی واکنش پالپ دندان‌های شیری پس از پالپوتومی با فرموکرزول، سولفات فریک و MTA ایرانی

رزا حقگو^{*}، فرید عباسی^{**}

^{*} دانشیار گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان، دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه شاهد
^{**} استادیار گروه آموزشی بیماری‌های دهان، دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه شاهد

چکیده

بیان مسأله: فرموکرزول یکی از رایج‌ترین داروها در پالپوتومی دندان‌های شیری است. با توجه به عوارض سیستمیک و موضعی این دارو جایگزینی آن با مواد دیگر ضروری به نظر می‌رسد.

هدف: هدف از این پژوهش، بررسی واکنش پالپ دندان‌های شیری پس از پالپوتومی با فرموکرزول، سولفات فریک و MTA ایرانی بود.
مواد و روش: در این پژوهش که به روش کارآزمایی بالینی - تصادفی انجام گرفت، 30 دندان نیش از 14 کودک که می‌بایست در طی درمان ارتودنسی بیرون آورده می‌شد، انتخاب و به گونه‌ی تصادفی به 3 گروه بخش شد. 10 دندان با فرموکرزول و 10 دندان با سولفات فریک و 10 دندان با MTA ایرانی تحت درمان پالپوتومی قرار گرفت. دندان‌ها پس از دو ماه بیرون آورده شدند و پاسخ التهابی و وسعت درگیری پالپ بررسی گردید. همچنین، تشکیل بریج عاج ارزیابی شد. یافته‌ها با آزمون کروسکال والیس (Kruskal-wallis) و آزمون ساین (Sign) واکاوی گردید.
یافته‌ها: در گروه فرموکرزول در 5 دندان التهاب متوسط و شدید دیده شد و نکروز در 4 دندان و آبسه در 1 دندان وجود داشت. در گروه سولفات فریک در 5 دندان التهاب متوسط و شدید و در 1 دندان نکروز و در 1 دندان آبسه و در 1 دندان فرسودگی درونی دیده شد. در این گروه در یک مورد پل عاجی تشکیل شد. در گروه MTA، در یک دندان التهاب شدید دیده شد و در هفت دندان پل عاجی تشکیل شد. آزمون کروسکال - والیس نشان داد، که التهاب در گروه MTA به گونه‌ی معنادار کمتر از فرموکرزول و سولفات فریک است ($p < 0/05$). همچنین، آزمون ساین نشان داد، که تشکیل پل عاجی در گروه MTA به گونه‌ی معنادار بیشتر از فرموکرزول و سولفات فریک است ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: بر پایه‌ی نتایج این بررسی می‌توان در پالپوتومی دندان‌های شیری از MTA ایرانی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: پالپوتومی، سولفات فریک، فرموکرزول، MTA ایرانی، بافت شناختی

درآمد

هدف از پالپوتومی، حفظ دندان‌های شیری پوسیده تا زمان افتادن طبیعی آنهاست. در پالپوتومی بخش تاجی پالپ برداشته شده و پالپ ریشه‌ای سالم می‌ماند^(1 و 2). پالپوتومی به سه روش از میان بردن حیات، حفظ حیات و رمینرالیزه کردن انجام شده⁽³⁾ و گروه گسترده‌ای از مواد در این درمان به کار می‌رود⁽⁴⁻⁶⁾. فرموکرزول که "استاندارد طلایی" در پالپوتومی است⁽⁷⁾ در رده‌ی بی حیات کردن پالپ قرار گرفته و نگرانی‌هایی درباره‌ی سمیت و احتمال موتاژن‌سیتی آن وجود داشته⁽⁸⁾ و فرمالدئید به عنوان عامل سرطان‌زای انسانی معرفی شده و کاربرد ماده‌ی جایگزین آن پیشنهاد گردیده است⁽⁹⁾. سولفات فریک که در مهار خونریزی در جراحی اندودنتیک و کنار زدن لثه پیش از قالب‌گیری کاربرد دارد⁽¹⁰⁾، می‌تواند جایگزین مناسبی برای فرموکرزول باشد.

در پژوهش‌هایی موفقیت بالینی و پرتونگاری سولفات فریک در پالپوتومی دندان‌های شیری مورد بررسی قرار گرفته و بر پایه‌ی نتایج برخی از این بررسی‌ها سولفات فریک می‌تواند در پالپوتومی دندان‌های شیری مورد استفاده قرار گیرد^(6, 10-15). نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده که موفقیت فرموکرزول بیشتر از سولفات فریک است⁽¹⁶⁻¹⁷⁾. در برخی بررسی‌ها نیز، وضعیت پالپ به دنبال پالپوتومی با فرموکرزول و سولفات فریک از نظر بافت شناختی مورد ارزیابی قرار گرفته و آشکار شده که التهاب و بریج عاجی در دو گروه تفاوتی ندارد⁽¹⁸⁻¹⁹⁾.

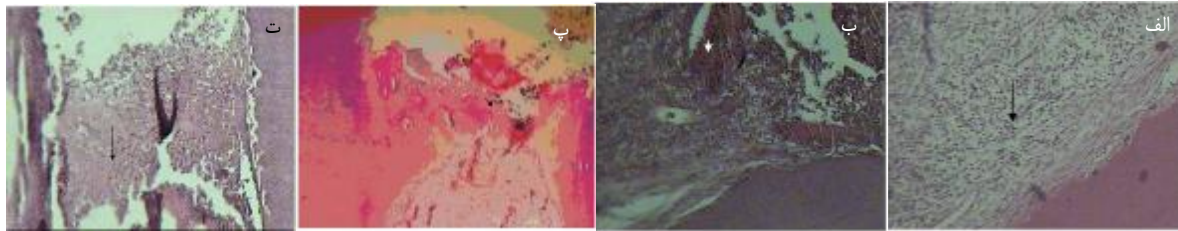
مینرال تروکساید اگرگیت (Mineral Trioxide Aggregate) نخستین بار توسط ترابی‌نژاد معرفی شد. MTA در رده‌ی رمینرالیزاسیون قرار می‌گیرد⁽³⁾. از آمیخته شدن این ماده با آب مخلوطی با قوام خامه‌ای به دست می‌آید، که کم سخت شده و pH آن به 12 می‌رسد^(20 و 21). سمیت MTA بسیار کم بوده و سازگاری زیادی با بافت دارد^(22 و 23) همچنین، خاصیت ضد باکتریایی داشته و می‌تواند با نفوذ ریزجانداران رویارویی کند⁽²⁴⁻²⁷⁾. MTA موجب رشد سریع سلولی شده و قادر به حفظ یکپارچگی بافت پالپ است⁽²⁸⁻³⁰⁾. افزون بر این، MTA قادر به القای بافت سخت است⁽³⁰⁻³³⁾. ویژگی‌های مطلوب MTA آن را به عنوان ماده‌ای مناسب برای درمان پالپ مطرح می‌کند⁽²⁸⁻³⁴⁾. در برخی بررسی‌ها تفاوتی معنادار در موفقیت بالینی MTA و فرموکرزول دیده نشده⁽³⁵⁾ و در پاره‌ای دیگر موفقیت MTA بیشتر بوده⁽³⁶⁾ و در برخی نیز، موفقیت MTA کمتر از فرموکرزول و

سولفات فریک است⁽³⁷⁾. در بررسی‌های آزمایشگاهی و بافت شناختی ویژگی‌های MTA ایرانی و خارجی مقایسه شده است. بر پایه‌ی این بررسی‌ها سمیت MTA ایرانی بر سلول‌های L929 کمتر از MTA خارجی بوده و هر دو گونه‌ی MTA رشد سلول-های L929 را تقویت می‌کنند و التهاب و کپسول فیبروزه و تشکیل استخوان در MTA خارجی و ایرانی تفاوتی ندارد⁽³⁸⁻³⁹⁾. همچنین، آشکار شده که اثر MTA ایرانی در تحریک تکثیر سلول‌های تک هسته‌ای خون محیطی، بیشتر از گونه‌ی خارجی است⁽⁴⁰⁾ و سازگاری بافتی و شدت التهاب در MTA خارجی و ایرانی تفاوت معناداری ندارد⁽⁴¹⁾. شماری از بررسی‌ها نشان داده‌اند که موفقیت بالینی فرموکرزول با MTA ایرانی و فرموکرزول تفاوت معنادار ندارد^(42 و 43). در پژوهش دیگر، موفقیت بالینی MTA ایرانی و خارجی مقایسه گردید و آشکار شد، که تفاوت معنادار در موفقیت این دو ماده وجود ندارد⁽⁴⁴⁾. با توجه به عوارض جانبی فرموکرزول و ویژگی‌های مطلوب سولفات فریک و MTA ایرانی پژوهشی طراحی شد، که اثر این سه ماده بر پالپ دندان-های شیری بررسی گردید.

هدف از این پژوهش، بررسی بافت شناختی وضعیت پالپ دندان‌های شیری پس از پالپوتومی با فرموکرزول (FC)، سولفات فریک (FS) و MTA ایرانی بود.

مواد و روش

در این بررسی کارآزمایی- بالینی، به گونه‌ی تصادفی 30 دندان کاین شیری از 14 کودک 7 تا 8 سال و 5 ماه تحت درمان پالپوتومی قرار گرفت. تاج این دندان‌ها که بایستی به دلیل ارتودنسی بیرون آورده می‌شد، سالم بوده و تحلیل فیزیولوژیک ریشه حداکثر تا 1/3 اپیکالی دیده می‌شد. برای بررسی وضعیت ریشه‌ی دندان‌ها از پرتونگاری OPG بیمار که جهت درمان ارتودنسی فراهم شده بود، استفاده گردید. 30 دندان کاینی که شرایط ورود به بررسی را داشتند به گونه‌ی تصادفی در سه گروه قرار گرفتند. در آغاز، از پدر و مادر کودکان رضایت نامه گرفته شد. دندان‌ها به گونه‌ی تصادفی در سه گروه ده تایی (MTA ایرانی، FC و FS) قرار گرفتند. در هر مورد در آغاز، بی‌حسی موضعی داده و پس از برداشتن سقف پالپ چمبر، بافت پالپ قطع شد و شست و شوی کامل حفره با سالیین انجام شد. در گروه FS پنبه‌ی آغشته به سولفات فریک 15/5 درصد (Ultradent, USA Astringent) به



نگاره ی 1: الف: التهاب شدید دو ماه پس از درمان با فرموکزول ($H&E \times 10$)، **ب:** تشکیل پل عاجی دو ماه پس از درمان با سولفات فریک ($H&E \times 10$)، **پ:** تشکیل پل عاجی (فلش) دو ماه پس از درمان با MTA ایرانی ($H&E \times 3$)، **ت:** نکروز دو ماه پس از درمان با فرموکزول

شده و نشان می‌دهد، که میزان التهاب در نمونه‌های گروه MTA ($1/2 \pm 0/63$) کمتر از التهاب در گروه فرموکزول ($1/9 \pm 0/99$) و سولفات فریک ($1/7 \pm 0/89$) بود و آزمون کروسکال والیس نشان داد، که این اختلاف به لحاظ آماری معنادار است ($p < 0/05$) (نگاره ی 1-الف).

وضعیت دیگر نمایه‌های تغییرات پالپی بیماران مورد بررسی بر پایه‌ی گروه‌های درمانی نشان می‌دهد، که بروز نکروز و آبسه و فرسودگی درونی در هر سه گروه از لحاظ آماری معنادار نبود و تشکیل پل عاجی در دو گروه فرموکزول و سولفات فریک نیز به لحاظ آماری معنادار گزارش نشد ($p < 0/8$). اما آزمون ساین نشان داد، که تشکیل پل عاجی در گروه MTA از لحاظ آماری معنادار است ($p < 0/05$) (جدول 2) (نگاره ی 1-ب و 1-پ).

جدول 1: توزیع دندان‌های بررسی شده بر پایه‌ی میزان التهاب پالپ به تفکیک گروه درمانی

گروه درمانی	التهاب پالپ		
	نداشته یا بسیار کم	متوسط	شدید
فرموکزول	5	1	4
سولفات فریک	5	3	2
MTA	9	0	1

جدول 2: توزیع دندان‌های بررسی شده بر پایه‌ی تغییرات بافتی به تفکیک گروه‌های درمانی

گروه درمانی	نمایه‌های تغییرات پالپی		
	نکروز آبسه	تشنج عاجی	تشکیل پل
فرموکزول	4	0	0
سولفات فریک	0	1	1
MTA	0	0	7

مدت 15 ثانیه قرار گرفت. سپس، پالپ چمبر با آب شسته و با پنبه خشک شد و پس از قرار دادن خمیر زینک اکساید اوژنل دندان (Produits Dentaires SA CH-1800-vevey/Switzerland) با آمالگام ترمیم شد. در گروه FC پس از ایجاد هموستاز آغازین، پنبه‌ی آغشته به فرموکزول باکلی (Produits Dentaire S.S.A Switzerland) به مدت پنج دقیقه قرار گرفت و پس از قرار دادن خمیر زینک اکساید اوژنل دندان با آمالگام ترمیم شد.

در گروه MTA ایرانی پس از ایجاد هموستاز آغازین، خمیر MTA ایرانی (Root MTA ساخته‌ی دکتر لطفی - تبریز) روی مدخل کانال قرار گرفت و دندان با آمالگام ترمیم گردید.

همه‌ی دندان‌ها پس از دو ماه بیرون آورده شد. دندان‌ها پس از بیرون آورده شدن بی‌درنگ در فرمالین خنثی 10 درصد و سپس در محلول اسید فرمیک 10 درصد قرار داده شد و پس از مراحل آزمایشگاهی و رنگ‌آمیزی H & E برای بررسی آماده گردید. پس از آن، تغییرات بافت شناختی توسط آسیب شناسی که از گروه‌های بالا آگاهی نداشت، بررسی گردید. هر یک از این نمونه‌ها دو بار دیده شد. در ضمن، آسیب شناس پیش از بررسی نمونه‌های مربوط به سولفات فریک و فرموکزول و MTA ایرانی، لام‌هایی را که از دندان‌های شیری سالمی فراهم شده بود، که تحت درمان با هیچ یک از این مواد قرار نگرفته بودند، زیر میکروسکوپ دید.

این ارزیابی بر پایه‌ی معیار تغییر یافته‌ی هرسند (Horsted) و همکاران⁽¹⁹⁾ انجام گرفت. 0- التهاب خیلی کم، 1- التهاب متوسط، 2- التهاب شدید، 3- نکروز، 4- آبسه، 5- تحلیل درونی. همچنین، تشکیل سد عاجی در این گروه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. سرانجام داده‌ها با آزمون کروسکال والیس و ساین واکاوی شد.

یافته‌ها

اثر مواد مورد بررسی بر میزان التهاب پالپ در جدول 1 ارایه

بحث

پالپوتومی، رایج‌ترین درمان برای حفظ دندان‌های شیری

پوسیده با درگیری پالپ است. با این روش، دندان فضای خود را حفظ کرده و از دشواری‌های آینده در این زمینه پیشگیری خواهد شد.⁽⁴⁵⁾

هدف از این پژوهش، بررسی واکنش پالپ دندان‌های شیری پس از پالپوتومی با فرموکرزول و سولفات فریک و MTA ایرانی بود.

با توجه به نگرانی‌های موجود در مورد داروی رایج پالپوتومی یعنی، فرموکرزول همچون سمیت و احتمال موتاژنیسیته و کارسینوژنیک بودن، استفاده از مواد سالم‌تر پیشنهاد می‌گردد.⁽⁴⁶⁾ سولفات فریک که در مهار خونریزی در جراحی اندودنتیک و کنار زدن لثه پیش از قالب‌گیری به کار می‌رود⁽¹¹⁾ می‌تواند در درمان پالپوتومی استفاده شود. ویژگی‌های MTA شامل سمیت کم و سازگاری با بافت، خاصیت ضد باکتریایی و تحریک رشد سریع سلولی آن را به عنوان یک ماده‌ی مناسب برای پالپوتومی مطرح می‌کند^(22, 24-25, 29-28). به تازگی، MTA ایرانی ساخته و معرفی شده که ضمن داشتن ویژگی‌های همانند، ارزان‌تر از گونه‌ی خارجی آن است.

در این بررسی، برای نخستین بار اثر سه ماده از سه گروه بی‌حیات کردن (فرموکرزول)، حفظ حیات (سولفات فریک) و ریمینرالیزه کردن (MTA ایرانی) مقایسه گردیده است.

نتایج بررسی کنونی نشان داد، که التهاب در نمونه‌های گروه MTA ایرانی به گونه‌ی معنادار کمتر از گروه‌های فرموکرزول و سولفات فریک است. سمیت کم و سازگاری بافتی از ویژگی‌های مطلوب MTA است⁽²³⁻²⁴⁾. از سوی دیگر، در بررسی‌های صدرلاهیجانی و رمضان‌خانی نیز، میزان التهاب در دو گروه MTA ایرانی و خارجی تفاوت معنادار نداشت و در بررسی آزمایشگاهی به‌فروزی آشکار شد، که سازگاری بافتی MTA ایرانی بیشتر از گونه‌ی خارجی آن بوده و سمیت آن کمتر است^(38-39, 41) و این ویژگی‌ها در تاثیر بهتر آن بر پالپ دندان‌های شیری به دنبال پالپوتومی نسبت به فرموکرزول نقش دارد.

بر پایه‌ی نتایج بررسی کنونی میزان التهاب در نمونه‌های گروه فرموکرزول و سولفات فریک تفاوت معنادار وجود ندارد. این

نتایج با نتایج بررسی حقگو هماهنگی دارد⁽⁶⁾.

نتایج بررسی کنونی نشان داد، که نکرز در چهار مورد دندان‌های پالپوتومی شده با فرموکرزول دیده شد و هیچ موردی از نکرز در گروه سولفات فریک و MTA یافته نشد. یافته‌های بررسی حقگو نیز، نکرز را در گروه سولفات فریک نشان نداد⁽⁶⁾. با توجه به توانایی سولفات فریک در تشکیل لخته، پالپ می‌تواند حیات خود را حفظ کند. همچنین، MTA با ویژگی زیست شناختی به پالپ اجازه‌ی حیات می‌دهد.

بر پایه‌ی نتایج بررسی کنونی در 7 دندان از گروه MTA ایرانی پل عاجی تشکیل شد. تشکیل پل عاجی در نزدیکی MTA می‌تواند به توانایی مهر و موم و سازگاری این ماده و همچنین توانایی آزادسازی سیتوکین‌ها از سلول‌های استخوانی مربوط باشد⁽⁴⁷⁻⁵⁰⁾. نظری‌مقدم و همکاران، در پژوهش آزمایشگاهی دریافتند، که اثر MTA ایرانی در تحریک تکثیر منوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها که آزاد کنندگان اصلی سیتوکین‌ها هستند، بیشتر از گونه‌ی خارجی آن است⁽⁴⁰⁾ و تشکیل پل عاجی در 70 درصد دندان‌های تحت درمان با MTA ایرانی که نتایج این بررسی بیان‌گر آن است منطقی به نظر می‌رسد.

این بررسی در دندان‌های کانینی انجام گردید، که بایستی به دلیل ارتودنسی بیرون آورده می‌شد. آماده کردن نمونه‌ها و همچنین، گرفتن رضایت برای بیرون آوردن دراز مدت این دندان‌ها از دشواری‌های این بررسی بود.

در این بررسی واکنش پالپ دندان‌های شیری پس از پالپوتومی با فرموکرزول و سولفات فریک و MTA ایرانی بررسی و مقایسه گردیده است. پیشنهاد می‌گردد، که در پژوهش‌های دیگری موفقیت بالینی و پرتونگاری و بافت شناختی فرموکرزول با دیگر مواد پوشاننده‌ی پالپ پس از پالپوتومی دندان‌های شیری با این مواد بررسی گردد.

نتیجه‌گیری

بر پایه‌ی نتایج بررسی کنونی، می‌توان از MTA ایرانی در پالپوتومی دندان‌های شیری استفاده نمود.

References

1. Nadin G, Goel BR, Yeung CA, Glenny AM. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; 1: CD003220.
2. Fuks AB. Current concepts in vital primary pulp therapy. *Eur J Paediatr Dent* 2002; 3: 115-120.
3. Ranly DM. Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. *Pediatr Dent* 1994; 16: 403-409.
4. Vij R, Coll JA, Shelton P, Farooq NS. Caries control and other variables associated with success of primary molar vital pulp therapy. *Pediatr Dent* 2004; 26: 214-220.
5. Shumayrikh NM, Adenubi JO. Clinical evaluation of glutaraldehyde with calcium hydroxide and glutaraldehyde with zinc oxide eugenol in pulpotomy of primary molars. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15: 259-264.
6. Haghgoo R, Jalali Nadoshan MR. Histopathological evaluation of pulp changes after ferric sulfate and formocresol pulpotomy in primary teeth. *J Islamic Dent Assoc of IRAN* 2007; 18: 70-75.
7. King SR, McWhorter AG, Seale NS. Concentration of formocresol used by pediatric dentists in primary tooth pulpotomy. *Pediatr Dent* 2002; 24: 157-159.
8. Lewis B. Formaldehyde in dentistry: a review for the millennium. *J Clin Pediatr Dent* 1998; 22: 167-177.
9. International Agency for research on cancer. Press release no 153.15 June 2004. [www.document. J URL http://www.iarc.fr/pageroot/PRELEASES/pr_153a.html
10. Fei AL, Udin RD, Johnson R. A clinical study of ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. *Pediatr Dent* 1991; 13: 327-332.
11. Fuks AB, Holan G, Davis JM, Eidelman E. Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpotomized primary molars: long-term follow up. *Pediatr Dent* 1997; 19: 327-330.
12. Smith NL, Seale NS, Nunn ME. Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent* 2000; 22: 192-199.
13. Ibricevic H, al-Jame Q. Ferric sulfate as pulpotomy agent in primary teeth: twenty month clinical follow-up. *J Clin Pediatr Dent* 2000; 24: 269-272.
14. Mesbahi M, Choobin Sh. A clinical and radiographic study of Pulpotomy in primary molar teeth. *Shiraz Univ J* 2006; 6: 101-108.
15. Neamatollahi H, Ramazani N. Comparison of clinical and radiographic success rate of ferric sulfate pulpotomy method in second primary molars using zinc oxide eugenol and zinc polycarboxylate cements. *J Shahid Sadoughi Univ Med Scien Health Services* 2008; 3, 6: 57-67.
16. Burnett S, Walker J. Comparison of ferric sulfate, formocresol, and a combination of ferric sulfate/formocresol in primary tooth vital pulpotomies: a retrospective radiographic survey. *ASDC J Dent Child* 2002; 69: 44-8, 12.
17. Nakhjavani Baradaran Y, Mighani G, Akhavan M. Evaluation of clinical and radiographical changes of pulpotomy with ferric sulfate and formocresol in primary teeth. *School of Dentistry Medical sciences/ University of Tehran. J Dental Med Tehran Univ Med Scien* 2003; 17: 53-62.
18. Cotes O, Boj JR, Canalda C, Carreras M. Pulpal tissue reaction to formocresol vs. ferric sulfate in pulpotomized rat teeth. *J Clin Pediatr Dent* 1997; 21: 247-253.

19. Fuks AB, Eidelman E, Cleaton-Jones P, Michaeli Y. Pulp response to ferric sulfate, diluted formocresol and IRM in pulpotomized primary baboon teeth. *ASDC J Dent Child* 1997; 64: 254-259.
20. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995; 21: 349-353.
21. Ingle J, Bakland. *Endodontics*. 5th ed. Bc Decker Co: Baltimol, London; 2002. p. 706.
22. Cohen S, Burn R. *Pathway of pulp*. 8th ed. Mosby Co: Missouri; 2002. p. 721.
23. Bidar M, Ghodossi J, Tavakkol- Afshari J, Shahrami F, Fahmidekar MA. Evaluation of adhesion and morphology of human osteoblast to white MTA/ Gray MTA and IRM as root end filling materials by scanning electron microscopy. *J Dent Mashhad Univ Med Scien* 2006; 30: 25-32.
24. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Antibacterial effects of some root end filling materials. *J Endod* 1995; 21: 403-406.
25. Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998; 24: 176-179.
26. Martell B, Chandler NP. Electrical and dye leakage comparison of three root-end restorative materials. *Quintessence Int* 2002; 33: 30-34.
27. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod* 2002; 28: 5-7.
28. Ford TR, Torabinejad M, Abedi HR, Bakland LK, Kariyawasam SP. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 1491-1494.
29. Mitchell PJ, Pitt Ford TR, Torabinejad M, McDonald F. Osteoblast biocompatibility of mineral trioxide aggregate. *Biomaterials* 1999; 20: 167-173.
30. Faraco IM Jr, Holland R. Response of the pulp of dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol* 2001; 17: 163-166.
31. Holland R, de Souza V, Murata SS, Nery MJ, Bernabé PF, Otoboni Filho JA, et al. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. *Braz Dent J* 2001; 12: 109-113.
32. Tziafas D, Pantelidou O, Alvanou A, Belibasakis G, Papadimitriou S. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. *Int Endod J* 2002; 35: 245-254.
33. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2005; 31: 97-100.
34. Schmitt D, Lee J, Bogen G. Multifaceted use of ProRoot MTA root canal repair material. *Pediatr Dent* 2001; 23: 326-330.
35. Holan G, Eidelman E, Fuks AB. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. *Pediatr Dent* 2005; 27: 129-136.
36. Farsi N, Alamoudi N, Balto K, Mushayt A. Success of mineral trioxide aggregate in pulpotomized primary molars. *J Clin Pediatr Dent* 2005; 29: 307-311.

37. Nematollahi H Tajik A. Comparison of clinical and radiographic success rates of pulpotomy in primary molars using Formocresol, Ferric Sulfate and Mineral Trioxide Aggregate (MTA). Postgraduate Thesis 302, Dental school, Mashhad University of Medical Sciences, 2004.
38. Behforozi E, Ghoddosi J, Tavakkoli J. Evaluation of cytotoxic effect of amalgam, Root MTA in culture environment of cellular line of HGF fibroblasts [thesis]. Dental School Mashhad University of Medical Sciences. 2002.
39. Ramezankhani N, Razmi H. Histological evaluation of tissue response to Root MTA, MTA, Portland cement implanted in mandible of mature cat [thesis]. Dental School Tehran University of Medical sciences. 2003.
40. Nasari Moghaddam K, Ghazanfari T, Mohammadi Basir M, Emadi M. Laboratory comparison of cellular cytotoxic of Iranian and Original MTA on mononuclear cells of peripheral blood. *J Rafsangan Med Scien Univ* 2006; 4: 320-325.
41. Sadr Lahijani M, Abedini R, Khaksari M, Shojaiifar H, Shadkam Farrokhi A, Raof Kateb HR. Comparison of tissue response to Original MTA(ProRoot) and Iranian MTA (Root) in rat. *J Dent School Shahid Beheshti Med Scien Univ* 2006; 23: 80-87.
42. Kowsari A, Azadedel Sh, Akhondi N. Comparison between pulpotomy with MTA (made in Iran) and formocresol in primary of 3-6 years old children attending the department of pediatric dentistry, School of Dentistry, Medical Sciences/ University of Tehran in 2004. *J Dent Med Tehran Univ Med Scien* 2007; 20: 78-84.
43. Haghgoo R, Abbasi F. Evaluation of clinical and radiographical success of pulpotomy of primary molars with Mineral Trioxide Aggregate compared with formocresol. *J Shahid Beheshti Univ Med Scien* 2009; 26: 340-345.
44. Haghgoo R, Jalayer T. Evaluation of clinical and radiographical success of Iranian and Original MTA in pulpotomy of primary molars. *The J Islamic Dent Assoc of IRAN* 2008; 20: 60-64.
45. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent* 2004; 26: 115-9.
46. Zarzar PA, Rosenblatt A, Takahashi CS, Takeuchi PL, Costa Júnior LA. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. *J Dent* 2003; 31: 479-485.
47. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995; 21: 109-112.
48. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993; 19: 591-595.
49. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kaiyawasam SP. Tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J Endod* 1995; 21: 569-571.
50. Koh ET, Torabinejad M, Pitt Ford TR, Brady K, McDonald F. Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. *J Biomed Mater Res* 1997; 37: 432-439.