МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

КАТЕДРА ПО КОНСЕРВАТИВНО ЗЪБОЛЕЧЕНИЕ
Ръководител: проф. д-р Радосвета Иванова Василева

Д-р Янета Кузманова Иванова

ЕНДОДОНТСКИ ПЕРФОРАЦИИ – ХЕРМЕТИЗЪМ НА ЗАПЕЧАТВАНЕ С КАЛЦИЕВО-СИЛИКАТНИ ЦИМЕНТИ И ПРЕВЕНЦИЯ

Дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор”

НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ
03.03.01 Терапевтична дентална медицина

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:
Доц. д-р Иванка Веселинова Димитрова, дм

София-2019

Използвани съкращения и означения

бAG – бял MTA-Angelus

бPC – бял портланд цимент

бPR – бял ProRoot MTA

ГЙЦ – глас-йономерен цимент

ДА – дентална амалгама

ИРП – интеррадикуларно пространство

КК – коренов канал

КПС – канало-пълнежно средство

КСЦ – калциево-силикатен цимент

КХО – калциев хидроксид

МГЙЦ – модифицирани глас-йономерни цименти

МТА – минерален триоксиден агрегат

МХО – механична и химична обработка

сAG – сив MTA-Angelus

СБК – свръхброен корен

сPC – сив портланд цимент

СТТ – симулирана тъканна течност

ТЗТ – твърди зъбни тъкани

AS - Aureoseal

BA – Bioaggregate

BD - Biodentine

HB – hardness Berkovich (микротвърдост по Berkovich)

HV – hardness Vickers (микротвърдост по Vickers)

M sup – горен молар

M inf – долен молар

PC – Портланд цимент

СЪДЪРЖАНИЕ

1. ВЪВЕДЕНИЕ 7

2. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР 9

2.1. Характеристика на ендодонтските перфорации 9

2.2. Физико-химична характеристика на минералния триоксиден агрегат 12

2.2.1. Химичен състав и реакция на втвърдяване при МТА 12

2.2.2. Физична характеристика на МТА 13

2.2.3. Физико-механични качества на МТА.....15

2.2.4. Херметизъм на запечатването при МТА 19

2.2.5. Други физични качества на МТА 22

2.3. Нови калциево-силикатни цименти 24

2.4. Клинично приложение на калциево-силикатните цименти при възстановяване на перфорации 26

2.4.1. Възстановяване при фуркационни перфорации 28

2.4.1.1. Възстановяване при директни фуркационни перфорации 28

2.4.1.2. Възстановяване при лентовидни фуркационни (strip) перфорации 29

2.5. Основни проблеми при възстановяване на перфорации с МТА 31

2.5.1. Контрол на хемостазата 31

2.5.2. Контролирано поставяне на възстановителния материал .32

2.6. Клинични критерии и честота на успех при възстановяване на перфорации с МТА 35

2.6.1. Прогноза, клинични критерии и честота на успех при МТА 36

2.7. Превенция на ендодонтските перфорации 38

2.7.1. Морфологични вариации в ендодонтската анатомия на зъбите 39

2.7.2. Морфометрични изследвания на важни ендодонтски зони 41

2.8. Анализ и изводи от литературния обзор 43

3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ 48

СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ 49

4. Материали и методи 49

4.1. Материали 49

4.2. Методи 51

Метод по Задача 1: Изследване на честотата и разпределението на ятрогенните перфорации по видове и групи зъби, локализация, повърхности и етиология 52

Методи по Задача 2. Сравнително проучване на херметизма на запечатване на калциево-силикатните цименти при симулирани фуркационни перфорации: 54

Метод по Задача 2.1. Сравнително изследване на маргиналната адаптация (ширината на микропроцепа) на различни калциево-силикатни цименти при симулирани фуркационни перфорации. ...54

Метод по Задача 2.2. Сравнение на микропроницаемостта при различни калциево-силикатни цименти в условия на симулирани фуркационни перфорации 57

Методи по Задача 3. Сравнително проучване на някои важни физични качества на калциево-силикатните цименти, които имат отношение към херметизма им на запечатване 60

Метод по Задача 3.1. Сравнение на въздействието на симулирани тъканни течности върху микротвърдостта на калциево-силикатни цименти 60

Метод по Задача 3.2. Сравнително изследване на разтворимостта на различните калциево-силикатните цименти 63

Метод по Задача 4. Изследване на оздравителния процес при клинично възстановяване на ендодонтски перфорации с различни калциево-силикатни цименти 65

Методи по Задача 5. Проучване на различните аспекти за превенция на ендодонтските перфорации: 66

Метод по Задача 5.1. Изследване на честотата на по-редките анатомични вариации на моларите при българското население по видове и групи зъби 66

Метод по Задача 5.2. Установяване на средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркацията на моларите 68

5. РЕЗУЛТАТИ 71

Резултати по Задача 1 71

Резултати по Задача 2 80

Резултати по Задача 2.1 80

Резултати по Задача 2.2 83

Резултати по Задача 3 87

Резултати по Задача 3.1.....88

Резултати по Задача 3.2 90

Резултати по Задача 4 90

Резултати по Задача 5 93

Резултати по Задача 5.1 93

Резултати по Задача 5.2 98

6. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ОТДЕЛНИТЕ ЗАДАЧИ 100

Обсъждане по Задача 1 100

Обсъждане по Задача 2 109

Обсъждане по Задача 2.1 109

Обсъждане по Задача 2.2 111
Обсъждане по Задача 3 118
Обсъждане по Задача 3.1 118
Обсъждане по Задача 3.2 122
Обсъждане по Задача 4 124
Обсъждане по задача 5 126
Обсъждане по Задача 5.1 126
Обсъждане по Задача 5.2 137
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....141
8. ИЗВОДИ 148
9. ПУБЛИКАЦИИ И ИЗЯВИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА 150
10. БИБЛИОГРАФИЯ.....151

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременната ендодонтия на 21 век се характеризира с глобална смяна в парадигмата, изразена главно в два основни аспекта – бурно развитие на революционни технологии в създаването на нови методи, техники и инструментариум и същевременно биологичен подход при лечението. Вторият аспект включва приложение на биологично поносими и биоактивни материали, като минералния триоксиден агрегат (MTA). Той е първият медицински калциево-силикатен цимент, създаден в университета Loma Linda (САЩ) през 1993 г. от екип на Mahmud Torabinejad за нуждите на ендодонтската хирургия като запечатващо средство при апикална резекция. Патентован е през 1995 г. (Torabinejad-Hong-95/7).

След утвърждаването му от U.S. Food and Drug Administration през 1998, приложението на MTA се разшири в много други направления в денталната медицина – директно пулпно покритие, ендодонтски перфорации, незавършено кореново развитие и т.н. Извършени са многобройни научни изследвания в тези насоки. Някои от тях потвърждават първоначалните данни, други са в противоречие с тях, а трети разкриват съвсем нови аспекти на качествата и приложението му.

С цел подобряване качествата на MTA са разработени нови материали, които са със сходен химичен състав, характеристики и индикации. Всички те заедно представляват групата на калциево-силикатните цименти. Някои от тях са създадени на база нанотехнологии.

Процедурните грешки и нарушения в херметизма на ендодонта са част и съпътстват ендодонтското лечение. MTA и новите калциево-силикатни цименти са материали, които основно си прилагат при възстановяването на ендодонтски перфорации. Те се втвърдява и в

присъствие на влага, запечатват почти херметично, имат слаба микропроницаемост и разтворимост, и същевременно са биологично поносимио и биоактивни. Медико-биологичните качества на тази група материали са много обстойно проучени. Сравнителните изследвания на физико-химичните им качества, като херметизма при запечатване на перфорации, са по-малко на брой с противоречиви данни и у нас такива не са осъществявани.

Дали МТА е мечтаният идеален възстановителен материал за ендодонтски перфорации? Дали новите калциево-силикатните цименти са равностойни в херметичното запечатване на ендодонта? На тези въпроси ще се опита да даде отговор първата част на този труд.

От друга страна темата за превенцията и недопускането на ендодонтските перфорации е много слабо застъпена в денталната литература. Основните ѝ аспекти биха могли да се търсят в следните направления: 1. Изследвания на нормалната ендодонтска анатомия и на морфологичните вариации при различните групи зъби. 2. Морфометрични изследвания на важни ендодонтски зони. У нас не са правени такива изследвания, от които да се извлекат ползи за превенцията на ендодонтските перфорации. Във втората част на този труд ще бъдат направени изследвания в посочените два научни аспекта.

2. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЕНДОДОНТСКИТЕ ПЕРФОРАЦИИ

Дефиниция и етиология.

Перфорациите са усложнения в хода на ендодонтското лечение, представляващи механични или патологични комуникации между корено-каналната система и външната коренова повърхност. Те могат да са с ятрогенен произход или резултат от резорбтивен или кариозен процес (65, 185, 245). Ятрогенните перфорации са по-чести и са резултат от процедурни грешки в препарирането на ендодонтския кавитет, търсенето на орификии, неправилно инструментиране при обработване на кореновите канали или при поставяне на радикуларни щифтове (34, 185, 245, 346, 375).

От друга страна наличието на калцификации в пулпната камера, на облитерации и големи кривини на кореновите канали са най-честите предпоставки, създаващи затруднения пред клиницista и причини за ятрогенни перфорации (242, 185, 245, 346, 355). Отношение имат и ендодонтските анатомични вариации от типа на С-образен корен и канал, еднокоренов молар и др. (Cook-Cox, 297, 354). Няма обаче достатъчно статистически данни дали някои от изброените причини превалират или са равностойни.

Класификация и терминология.

Според локализацията си перфорациите се разделят най-общо на коронарни, радикуларни и фуркационни. **Коронарните** перфорации са с минимално увреждане на съседните пародонтални тъкани, имат директен достъп и са с добра прогноза. Перфорациите в **цервикалната**

зона на зъба биват *субгингивални* или *супрагингивални* спрямо нивото на епителното прикрепване.

Радикуларните перфорации са *супраалвеоларни* **(**supracrestal**)** или *интраалвеоларни* (crestal). Наричат се също *латерални* ***или*** *via falsa* и могат да бъдат в коронарната, в средната или в апикалната трета на корена (185, 346). Латералните перфорации в апикалната част на корена са резултат от прагове или загуба на естествената извивка на канала в зоната поради работа с неогъващи се инструменти (185, 346). **Апикалните** перфорации са резултат от неоправдано обширна апикална трепанация, ципиране или свръхинструментиране в зоната на физиологичното стеснение и анатомичния апекс (34, 154, 185).

Перфорациите във **фуркацията (фуркационни)** са два вида: *директни* и *лентовидни* (strip, stripping). Директните перфорации са резултат от кариозна лезия или работа с машинни инструменти по пода на пулпната камера при молари и премолари. Обикновено са точковидни или окръглени. Лентовидните перфорации са резултат от свръхинструментиране на КК при силно извити корени с тънки дентинови стени. Те ангажират зоната на фуркацията и вътрешната конкавна коренова повърхност в коронарните две трети и по-често са с овоидна форма (65, 67, 185, 346).

Честота на ятрогенните ендодонтски перфорации и усложненията им

Перфорациите на корено-каналната система са относително по-рядко срещани ендодонтски проблеми (36, 355). Те обаче могат да създадат сериозно затруднение в процеса на ендодонтското лечение, да влошат прогнозата му, и дори да доведат до екстракция (65, 185, 346). Установено е, че наред с най-честите причини за екстракция - пародонтални заболявания, неуспешно ендодонтско лечение,

невъзстановими разрушения на твърдите зъбни тъкани или фрактури, в 4,2-8,8% от случаите тя е поради ятрогенни перфорации (350, 388).

При анализ на причините за насочване на пациенти от лекуващия дентален лекар към ендодонтист за оказване на специализирана помощ, Abbott е установил, че измежду 2000 пациента 6% са поради перфорации (36). При преглед на 851 жалби на пациенти до шведската осигурителна каса, подадени в рамките на една година, поради нанесени щети от дентални лекари, Cronström и кол. констатират, че те най-често се отнасят за фрактури и перфорации на зъби, свързани с възстановяване с радикуларни щифтове (116).

Информацията в литературата за честотата на разпространение на перфорациите е ограничена. В повечето клинични съобщения се представят единични случаи (245, 352, 354, 356), по-рядко - групи с малък брой перфорации с различна локализация – 5-7 броя (71, 311, 338). Изследванията върху по-големи групи клинични случаи, 16-56 броя, са малко, като при тях се акцентира главно върху проследяването на оздравителния процес (234, 246, 247).

У нас Стаматова е установила приблизителната честота на перфорациите за година чрез анкетиране на дентални лекари – под 5 случая за година в дентален кабинет (27, 28). Бонев е установил, че в 52% причината за загуба на зъби са кариесът и неговите усложнения (2). В това изследване няма диференцирано уточняване на честотата на загуба на зъби поради ендодонтски перфорации.

Вангелов и кол. обсъждат основните проблеми при ендодонтското релечение чрез анкетиране на клиницисти от различни специалности, но проблемът с ендодонтските перфорации изобщо не се коментира в това изследване (4). Реално у нас няма клинични изследвания на честотата на перфорациите и на разпределението им по видове и по групи зъби.

2.2. ФИЗИКО-ХИМИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА МИНЕРАЛНИЯ ТРИОКСИДЕН АГРЕГАТ

2.2.1. Химичен състав и реакцията на втвърдяване при МТА

Конвенционални КСЦ. МТА и калциево-силикатните цименти са създадени на база пречистен портланд цимент тип I, най-широко използвания промишлен строителен цимент. Първоначално минералният триоксиден агрегат е разработен само като един продукт – MTA Original. В последствие се предлага в два основни търговски продукта, които имат бяла и сива форма - **ProRoot MTA** (Dentsplay, Maillefer, Swisse), който е наследник на първоначалния МТА и **MTA-Angelus** (253). Сивият ProRoot MTA съдържа 75% PC, 20% Bi_2O_3 и 5% гипс (119, 297). MTA Angelus се състои от 80% PC и 20% бисмутов оксид, като гипс липсва (91). Тези два калциево-силикатни цимента вече се считат за рутинни и са обстойно проучени. Основната част от информацията, която присъства в този обзор на литературата, е за тях.

Времето за втвърдяването на оригиналния МТА е около 160 мин. и опасността от експанзивно разпукване е силно снижена (29, 85, 86, 119, по 305). Белият ProRoot се втвърдява за 2 ч. и 20 мин., а сивият - за 2 ч. и 55 мин. (84, 188). За MTA Angelus фирмата производител посочва време на втвърдяване около 15 мин. (253, 263).

Продължителното време на втвърдяване на МТА представлява клинично неудобство и би могло да се съкрати чрез добавяне на химични **акцелератори** (ускорители, катализатори) към цимента – 2%, 5%, 10% и 15% калциев хлорид ($CaCl_2$), калциев нитрат [$Ca(NO_3)_2$], калциев нитрит ($CaNO_2$), калциев формиат, 15% буфериран разтвор на натриев хидроген фосфат (Na_2HPO_4) и др. (66, 130, 180, 209, 358, 372). Според Bortoluzzi и кол. заместването на дестилираната вода с 10-15%

калциев хлорид намалява времето на втърдяване на цимента с около 50% (75). Добавянето на 5% $CaCl_2$ съкращава времето на начално втвърдяване до 25 мин. (209), а на 10% – до 90 мин. (180). Wiltbank и кол. твърдят, че тези вещества не влияят върху обемните промени на материалите (372). Скъсяването на това време би дало възможности за комбинирането на МТА с други материали при едносеансово лечение (211).

По-малкият **размер на частиците** и **хомогенността** на праха при МТА също допринасят за намаляване времето на втвърдяване. По този начин се увеличава повърхностната площ, а с това и реактивността на частиците дикалциев и трикалциев силикат (211). Според Islam белият МТА (бМТА), който е с по-фини по размер частици в сравнение със сивия, се втвърдява за 40-70 мин. докато сМТА - 40-175 мин. (188).

Процесът на втвърдяване при МТА и РС се влияе и от промяната в съотношението прах/вода, влажността на средата, температурата, pH и др. (145, 149, 254). При по-високо съдържание на вода се наблюдава „фалшиво" втвърдяване, като материалът става много ронлив и труден за манипулиране (119, 282). По-голямата влажност на средата благоприятства условията на втвърдяване (149) и затова се препоръчва аплициране на влажен памучен тупфер върху повърхността му за 24 часа (340, 364).

2.2.2. Физична характеристика на МТА

МТА представлява сивкав или белезникав прах (сив и бял МТА), съставен от фини хидрофилни частици (1,5-10 μm). Той е по-хомогенен от портланд цимент и средният размер на частиците му е значително по-малък (90, 119, 135, 211). Необходимо е да се съхранява в среда, изолирана от влага (338).

Микроструктура и повърхностна характеристика на втвърдения МТА.

По първоначални данни на Torabinejad и кол. във втвърдения МТА се установяват две фази – кристалинен материал (основно CaO) сред аморфен калциев фосфат (340). По-късните изследвания обаче отричат наличието на фосфор в праха, като обясняват това различие в данните с външен източник на фосфор от експериментални разтвори или с промяна на формулата от производителя (86, 90, 119). Lee и кол. твърдят, че втвърденият МТА се състои от кубични и игловидни кристали (226). Tingey и кол. описват бифазна повърхност, състояща се от големи, плоски, хексагонални калциеви кристали, разпръснати сред по-голямо количество по-малки глобуларни кристали (336). Camilleri и кол. потвърждават, че МТА е изцяло кристалинен, с различни фази (90).

Повърхностната морфология предопределя биологичната поносимост и цитотоксичността на материалите при контакт с живите тъкани. Тя зависи в голяма степен от физическата характеристика на компонентите им и от външните условия при втвърдяване. Направени са различни експериментални симулации на втвърдяване на МТА в различни среди. При потапяне във вода за 4 часа веднага след втвърдяване и изсушаване с въздушна струя, и МТА и РС демонстрират гладка повърхностна морфология (90). Когато втвърдяването протича в среда на говежди фетален серум повърхността е относително гладка, но глобуларна (337). В киселинна среда втвърденият материал става по-порьозен (254), с наличие на ерозии по повърхността на кристалитите и снижен пик на портландит (Lee-04/5). При възпалителни процеси pH в организма е с ниски стойности и оказва влияние на физико-химичните характеристики на МТА (254). Установени са значителни промени в микроструктурата на втвърдения цимент в контактна среда с полиакрилова киселина (85).

Особен интерес предизвиква резултатът от потапяне на втвърдените МТА и РС в изкуствена тъканна течност, представляваща

фосфатен разтвор, при 37^{o}C. Циментите излъчват метални катиони, като Ca^{2+} количествено доминират. Тези йони реагират с фосфатните йони от разтвора и по повърхността на МТА се образуват калцитни преципитати, които по състав и структура са сходни с кристалите на хидроксилапатита (306).

2.2.3. Физико-механични качества на МТА

Механичната устойчивост на МТА зависи от химичния състав, кинетиката на реакцията на хидратиране и микроструктурата на втвърдения материал. Различните компоненти на МТА се хидратират с различна скорост и влияят на физико-механичните му качества (25, 119). Алуминатите се хидратират много бързо и могат да доведат до експанзивно разпукване (25). При по-големи количества калциеви силикати хидратацията е по-бавна и се получава по-плътна крайна структура, с по-голяма здравина и дълготрайност (25, 86). Обемните съотношения между силикатите също имат значение. Якостите на цимента се дължат главно на C_3S. В по-големи количества той ускорява хидратацията и води до високи начални механични качества. При по-високо съдържание на C_2S реакцията протича по-бавно, но структурата е доста по-плътна и с дълготрайна устойчивост. По-нататък обаче хидратацията се затруднява и крайните качества могат да останат под оптималното ниво. Освен това в хода на реакцията значително се повишава количеството на K_2O по повърхността на материала, а това снижава механичната му устойчивост (119).

Якостта на натиск на основните типове Портланд цимент е 35-55 MPa към 28-ия ден от втвърдяването му (30). Според Torabinejad при МТА тя е 40,0±4,4 MPa към 24-ия час и 67,3± 6,6 MPa след 21-ия ден, спрямо 60,0 MPa на 24-я час и 78,1 MPa на 21-я ден при Super-EBA. При

денталната амалгама стойностите са 312,5 MPa (24-я час) и 311,1 MPa (21-ви ден) (340).

Чистотата на цимента от примеси влияе както на степента на хидратиране, така и на механичната му устойчивост (188). По-финият размер на частиците и хомогенността също са от голямо значение за добрите му механични качества (25, по 119).

При увеличено съдържание на вода в съотношението прах/течност се влошават качествата на цимента – увеличава се порьозността, намалява якостта на натиск, а с времето се увеличава и разтворимостта (145, 381). Микротвърдостта на МТА, потопен във вода за 24 часа, е пет пъти по-ниска от тази на материала, който се втвърдява при сухи условия (295). Количеството на водата може да се намали като се добавят други течности – редуктори: физиологичен разтвор, 1% метилцелулоза, 2% лидокаин, 2% хлорхексидин глюконат р-р или гел, KY Jelly и др. (66, 179, 198, 209). При размесване на МТА с хлорхексидин или анестетик обаче значително се намалява якостта на натиск (179, 367).

Добававянето на $CaCl_2$ като акцелератор подобрява консистенцията при по-малко количество вода, а това осигурява по-добри механични качества (180). Експерименталното увеличаване на количеството на бисмутовия оксид до 10% намалява механичната устойчивост на МТА от 82 на 40 MPa, а порьозността се увеличава от 15 на 31% (114).

Влажността на средата значимо повишава устойчивостта на МТА срещу силите на разместване (149). Оптимизирането на условията на втвърдяване на МТА чрез аплициране на влажен памучен тупфер върху повърхността му за 24 часа подобрява якостта на огъване (364).

pH на околната среда също оказва въздействие, особено ако е киселинно. Ако по време на хидратация повърхността на МТА е в

контакт с разтвори с различно pH (4,4-5,4-6,4-7,4), се променя микротвърдостта му по Vickers. Тя е най-голяма при pH 7,4 (53.19 HV), а най-малка - при 4,4 (14.34 HV) (226, 254). Разтвор на EDTA също смущава хидратацията и намалява микротвърдостта на цимента (227). Течности с близко, но по-ниско pH от MTA (под 10,2-12,5) увеличават микротвърдостта му (92).

Силата на натиск при кондензация на MTA също оказва влияние върху твърдостта и механичната му устойчивост. Сила от 1,68 MPa осигурява максимална якост на натиск. Сила от 8,88 MPa осигурява по-слаба порьозност, но понижава повърхностната твърдост. При по-слаб кондензационнен натиск се появяват кристалинни структури във вътрешността, разположени около микропорите (256).

Микротвърдостта по Викерс на първоначалния MTA Original е значително по-висока (39,99 HV) от два типа PC (13,51 и 16,32 HV). Установено е, че по повърхността на втвърдения MTA има значително повече калций, отколкото при PC тип I и II. Това вероятно обяснява по-високата микротвърдост на MTA (121). Според Al-Murad микротвърдостта на MTA ProRoot при ръчно кондензиране е 4,89 HV, а при ултразвуково кондензиране е 46,31 HV (46). По данни на производителя микротвърдостта на Biodentine е 51 HV на 2-я час след хидратирането му и 69 HV след един месец (70).

Nekoofar и кол. установяват, че бял MTA ProRoot и сив MTA Angelus имат по-висока микротвърдост от сив ProRoot и бял Angelus (257). В присъствие на кръв и тъканни течности микротвърдостта и якостта на натиск на бял ProRoot са по-високи от тези на сивия (258, 259).

Механичните качества на ProRoot са функция на времето. Устойчивостта на разместване нараства значимо между 24 и 72 часа, а якостта на натиск продължава да нараства и след 3 седмици (по 119). На

28-я ден микротвърдостта е по-висока от тази на 4-я ден (257). У нас Стаматова установява статистически значимо увеличение на микротвърдостта на сив ProRoot след 14-дневна имерсия във вода. (27).

Както се вижда от приведените по-горе данни, повечето изследвания се отнасят за ProRoot MTA и MTA-Angelus. Сравнителните изследвания с новите калциево-силикатните цименти са малко. Guiliani докладва че Aureoseale с по-висока микротвърдост от бял ProRoot при pH 7,4 и по-ниска при pH 4,4 (162). Grech е установил, че микротвърдостта на Bioaggregate е по-ниска от тази на Biodentine (156).

Влияние на тъканните течности върху механичните качества на MTA. Почти при всичките си сфери на приложение MTA е в контакт с кръв и/или тъканни течности. В литературата има противоречиви данни относно влиянието им върху механичните качества на MTA.

MTA развива по-добра адхезия към дентина, ако процесът протича в пряк контакт с вода, особено в първите 3 дни (95). Според някои изследвания този цимент не се влияе от замърсяването с кръв и слюнка (188, 209, 339). Според Islam и кол. нарастването на механичната устойчивост с времето е доказателство, че даже и в непосредствен контакт с тъканните течности, MTA продължава да се втвърдява и да придобива устойчивост и стабилност (188).

За разлика от тях, Nekoofar и кол. установяват, че в присъствието на кръв и кръвен серум микротвърдостта и якостта на натиск на ProRoot се влошават, като при бялата му форма са в по-слаба степен (258, 259). При бял ProRoot устойчивостта на разместване е по-ниска при замърсени с кръв образци (358). Микротвърдостта на същия материал при ретроградна апликация се влияе също и от вида на костозаместителите (307). Kim и кол. са установили, че и ProRoot и

Angelus не се втвърдяват добре в присъствие на фетален говежди серум (208). Kang и кол. също потвърждават, че микротвърдостта на МТА, потопен в говежди серум, намалява (196). Повишаването на концентрацията на плазмените протеини – албумин, фибриноген, гамаглобулин, води до повишаване на порьозността и редуциране якостта на натиск на експериментален МТА (38).

2.2.4. Херметизъм на запечатването при МТА

Триизмерното херметично запечатване е основно изискване към материалите за обтуриране на коренови канали. То е комплексен резултат от няколко фактора - маргинална адаптация, адхезия, разтворимост и обемни промени. Микропроницаемостта на течности е количествен израз на качеството на запечатване (211, 306, 345).

Маргинална адаптация. Маргиналната адаптация на МТА към дентина е триизмерен феномен. Sarkar и кол. твърдят, че в граничната зона между тях се образува **междинен хидроксилапатитен слой**, чийто химичен състав се различава от МТА. Този слой се прикрепва плътно към дентинната стена без микропроцеп и нараства и навътре в порьозната структура на МТА. Вероятно това осигурява високата му запечатваща способност и дентиногенна активност (306). Komabayashi и кол. изказват предположение, че формата и размерът на най-финитe частици МТА (1,5 μм) им позволяват да проникнат в отворените дентинови тубули (2-5μм) и по този начин да осигуряват хидравлично запечатване в граничната зона (211).

На практика обаче, Torabinejad и кол. са установили наличие на микропроцеп (2,68±1,35 μм), който е минимален в сравнение със средните стойности при дентална амалгама и SuperEBA (345). Bidar и кол. обаче съобщават за 19,8 μм процеп при сМТА, 14,8 μм при бМТА и 26,5 μм при РС (68). Costa и кол. са категорични, че при МТА, белият РС

и Fuji Ortho (ГЙЦ) се наблюдават процепи между материалите и дентиновата стена и има микропроницаемост в някаква степен. При това не е установена корелация между нея и маргиналната адаптация (115).

При обширни фуркационни перфорации е установено, че ProRoot MTA осигурява отлично запечатване, докато при MTA Angelus микропроцепът е по-изразен (171). За разлика от тях други автори не установяват разлики между ProRoot MTA, MTA Angelus и Портланд цимент при запечатване на перфорации (по 71, 81). Друго изследване потвърждава съизмерима запечатваща способност при MTA-Angelus, MTA-Bio и портланд цимент (126).

Микропроницаемост. Според Weldon и кол. максималната измерена микропроницаемост при MTA е под 0,007 μL min^{-1} cm H_2O (371). В пластове от 3 и 2 мм тя е по-слаба, отколкото при 1 мм, но без статистическа разлика между тях (287). Пласт от 5 мм осигурява непреодолима преграда за бактериално проникване (45). Според други автори няма абсолютна непроницаемост за течности (125,126).

Според Chogle и кол. 4 часа след ортоградното аплициране на MTA в кореновия канал микробната му микропроницаемост е значимо по-висока, отколкото след 2 дни, но след една седмица няма съществена разлика между стойностите (106). Според Martin и кол. към 48-ия час запечатването при ортоградно запълнен канал е по-добро, отколкото при ретроградно (238), а след 4 седмици няма значима разлика в микропроницаемостта. Andelin и кол. не установяват разлика между двата начина на аплициране на MTA (49).

Установено е, че удълженото време на втвърдяване води до повишена микропроницаемост в инициалната фаза на процеса. В присъствие на акцелератор $CaCl_2$ времето за втвърдяване се редуцира до 90 мин, а максималният диаметър на порьозните пространства намалява от 0,499 μм (MTA) и 0,787 μм (PC) до 0,092 μм и 0,144 μм. След 48 часа

диаметърът на порите при циментите с ускорено втвърдяване е значимо по-малък, отколкото при стандартните (180). Редуцирането на проницаемостта при добавяне на акцелератори е установено при ProRoot, MTA Angelus и PC и позволява прилагането на MTA едносеансово (74).

Условията в кореновия канал също влияят на микропроницаемостта. Използването на деминерализиращи средства влошава качеството на запечатване на MTA в следната последователност: 17% EDTA-разтвор>24% EDTA-гел>35% фосфорна киселина (218). Прилагането на BioPure MTAD дори за 1 минута дезинтегрира втвърдения MTA на дълбочина 2,6 μм, което е повече от въздействието на 17% EDTA за 5 мин. – 1,48 μм (326). Използването на Glyde File Prep (съдържа урея пероксид) влошава силата на връзката MTA-дентин, а 5% NaOCl и 2% хлорхексидин не оказват въздействие (378). Отстраняването на замърсяващия слой също повишава микропроницаемостта (383). Има взаимовръзка между микропроницаемост и pH на средата. При бMTA тя започва най-рано при кисело pH 4,4 и се забавя с времето при нарастване на стойностите – 5,4>6,4>7,4 (302). Освен това, при втвърдяване във влажна среда проницаемостта е по-слаба, отколкото в суха (106).

Разтворимост. Според Torabinejad материалът няма значителна разтворимост във вода (340). Islam и кол. също установяват много слаба разтворимост – 0,97-1,28% (188). Разтворимостта на PC е по-изразена (31-38%) в сравнение с тази на MTA (0,78%) (121). При сравнително изследване на ProRoot и други материали за ретроградно и ортоградно обтуриране на канали (Superseal, IRM, Argoseal) всички те са показали много ниска разтворимост (280). Разтворимостта и порьозността им се повишават при увеличаване на съотношението прах/вода: при

съотношение 0,28 за 78 дни кумулативната разтворимост е 22%, а при 0,33 – 31% (145, 146).

Според Torres и кол. Biodentine е с по-висока разтворимост от бMTA Angelus. Разтворимостта на бMTA Angelus в дестилирана вода на 7-я ден е 1,62%, а на 30-я ден е 4,66%. Разтворимостта на Biodentine на 7-я ден е 6,56%, а на 30-я ден е 6,82% (348). В друго изследване на Torres и кол. това съотношение се потвърждава (349). Singh и кол. също установяват по-висока разтворимост при Biodentine на 24-я час в сравнение с MTA. ISO стандартът за разтворимостта на тези материали за 24 часа е 3% от теглото им (323).

Обемни промени. Изискванията на ISO към материалите за ретроградно обтуриране са: линейно разширение ≤ 0,1% и микропроницаемост ≤ 1% (по 330). При втвърдяването на MTA се наблюдава слабо обемно разширение (188, 330). Според Islam и кол. то е по-слабо изразено (0,28-0,30%) в сравнение с Портланд цимент (0,45-0,47%) (188). Според Storm и кол. обаче към 24-ия час финалното разширение е по-голямо при сMTA (0,68%±0,12 μм), отколкото при PC (0,29±0,04 μм) и бMTA (0,11%±0,03 μм) (330). Тази експанзия е предпоставка за превъзходно запечатване, но едно по-изразено разширение би довело до разцепване на дентиновата стена на корена, особено при ретроградно обтуриране на КК (188).

2.2.5. Други физични качества на MTA

Рентгеновата контрастност на MTA отговаря на изискванията на ISO и е еквивалентна на алуминиева пластина (Al) с дебелина 5,34-7,17 мм според различни автори. За сравнение дентинът е равностоен на 0,7 мм Al, PC на 2,52-3,32 Al мм, гутаперчата на 11,0 мм Al, а амалгамата – на 15,6 мм Al (по 119, 121, 188).

pH. Torabinejad посочва, че още в първата минута след размесването pH на MTA нараства от 7 на 10,2, а в следващите 3 часа се достига до 12,5 и остава константно (340). За разлика от тях Santos и кол. обаче са установили, че от 10,39 през първите 24 ч. за 15 дни pH спада до 7,72 (305). При Portland цимент първоначално pH нараства до 12,3, а накрая достига до 12,9 (90, 119).

Манипулационна характеристика. Размесеният със стерилна дестилирана вода прах MTA изглежда гранулиран, с подобна на влажен пясък консистенция. Трудно се пренася и кондензира (340). Времето му за аплициране е много кратко – 4 мин. Fridland et al. съобщават, че в присъствие на повече течност, MTA губи консистенцията си дори и в правилно съотношение на вода и прах (145). Манипулационната характеристика и клиничното приложение на материала са пряко свързани с времето на втвърдяване и размера и формата на частиците му (211). Дългото време на втвърдяване води до първоначална ронливост, което още повече затруднява манипулирането (по 188). Този проблем е решен донякъде със специално създадени приспособления и инструментариум (195).

Изследван е ефектът на други пластификатори и акцелератори върху манипулационните качества и скоростта на втвърдяване. Ber и кол. добавят 1% метилцелулоза и 2% CaCl към ProRoot MTA за повече пластичност и съкращаване на времето на втвърдяване. Те са установили, че тази химична модификация не променя механичната му устойчивост, като времето за втвърдяване се редуцира до 57±3 мин., а пластичността е близка до тази на модифициран ZnO-E цимент (66).

Други автори са експериментирали с добавяне на 2% лидокаин, хлорхексидин глюконат и др. (175, 179, 209). При размесване на MTA с 2% хлорхексидин се подобрява пластичността му, но значимо се понижава якостта му на натиск (179). Освен това материалът става по-

токсичен и с по-неблагоприятен ефект по отношение регенерацията на пародонталните тъкани – наблюдавана е апоптоза на макрофагите и фибробластите (175).

2.3. НОВИ КАЛЦИЕВО-СИЛИКАТНИ ЦИМЕНТИ

С цел преодоляване манипулационните недостатъци на рутинните МТА продукти на денталния пазар се появиха нови КСЦ със сходен химичен състав, индикации и подобрени качества (55, 74, 87, 126, 147). Кратка характеристика на три от тях, BioAggregate, Biodentine и Aureoseal, ще бъде представена в този обзор.

BioAggregate (IBC, Canada) е биокерамичен материал с наноразмер на частиците и бял цвят. Съставът му е сходен с този на белия ProRoot MTA, но има и известни различия. Той съдържа дву- и трикалциев силикат, калциев фосфат, аморфен силикатен оксид и танталов пентоксид за рентгеноконтрастност (69, 82, 232, 268). При обтуриране на коренови канали на екстрахирани зъби с BioAggregate, ProRoot MTA и MTA-Angelus след 1-годишен престой във физиологичен разтвор образците с BioAggregate са показали най-висока устойчивост на фрактура (355). За този материал е известно, че не е токсичен, антибактериалната му активност е аналогична на МТА (391) и стимулира продуциране на минерализирани тъкани (387). Биологичната му поносимост, изследвана подкожно на плъхове, е по-висока от тази на cProRoot (63, 205). Обаче при изследване на цитотоксичността му върху човешки мезенхимни клетки не е наблюдавана статистически значима разлика с бProRoot MTA (124).

Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France) е създаден на база активна биосиликатна технология като заместител на дентина (Biod-sci-file). Той е много добре пречистен калциево-силикатен

материал, съставен от твърди частици, които съдържат трикалциев силикат, калциев карбонат и циркониев оксид. Течността, с която се размесва, съдържа калциев хлорид ($CaCl.2H_2O$) като акцелератор и разтворим полимер като редуциращо количеството на водата вещество (283). Според производителите той може да се прилага както при лечение на кариес, така и при биологично лечение и за запечатване на ендодонтски перфорации. Прониква в дентиновите тубули и така осигурява висока степен на микромеханично запечатване и минимална микропроницаемост. Физико-химичните му качества са по-добри от тези на MTA и глас-йономерните цименти. Биологично поносим е, биоактивен и поради високото си pH има бактериостатичен ефект (70, 172).

Koubi и кол. установяват клинично, че при биологично лечение Biodentine осигурява добро запечатване на кавитета в рамките на 6 месечен контрол на виталитета на зъба (214).

Nowicka и кол. установяват при хистологични изследвания, че директното покритие с Biodentine и MTA ProRoot е еднакво ефективно и биологично поносимо (262). Pérard и кол. намират еднаква биологична поносимост на MTA ProRoot и Biodentine върху линии от пулпни клетки (273). Camilleri и кол. установяват, че MTA Angelus и Biodentine, потопени в симулирани тъканни течности, имат равностойна биоактивност: по повърхността им се отлага хидроксилапатит (93).

Когато кореновите канали са обтурирани с ProRoot MTA и Biodentine и в последствие са потопени в симулирани тъканни течности, в граничната зона с дентина и при двата материала се образуват структури от богати на калций и фосфор кристалинни отлагания. Този слой нараства във времето, като на 30-я и 90-я ден той е по-широк при Biodentine (169).

Aureoseal (G. Ogna e Figli, Italia) представлява модифициран тетрасиликатен цимент на база Портланд цимент (77%) и рентгеноконтрастни вещества (бисмутов оксид – 4%). По вид и състав може да се идентифицира като сива форма (56, 129). При втвърдяване в среда с pH 4,4 микротвърдостта му е по-ниска от тази на бял MTA, но при pH 7,4 е по-висока (162). Биологично поносим е (56, 129), но има и данни за известна степен на токсичност (108).

Наличните данни в литературата относно физико-химичните качества на новите калциево-силикатни цименти са малко. Те са по-слабо проучени в сравнение с медико-биологичните. Освен това за Biodentine повече литературни данни има за приложението му като обтуровъчен материал в кавитети, отколкото при запечатване на перфорации.

2.4. КЛИНИЧНО ПРИЛОЖЕНИЕ НА КАЛЦИЕВО-СИЛИКАТНИТЕ ЦИМЕНТИ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ПЕРФОРАЦИИ

Главните цели на лечението на перфорациите са: херметично запечатване на дефекта и комуникацията между ендодонта и периодонциума, преустановяване на възпалителния процес и загубата на тъканен аташман, пълно възстановяване на всички ангажирани тъкани от пародонталния комплекс. Подходът може да бъде консервативен, хирургичен, комбиниран или чрез реимплантация (21, 185, 192, 346, 354).

Индикации за приложение на MTA има при почти всички видове перфорации, независимо от клиничния подход за лечение (71, 154, 225, 234, 311, 338, 343). Лечебният протокол зависи от диагнозата,

локализацията и ангажираните анатомични структури, давността, размера, видимостта и достъпа до мястото на перфорацията, както и от пародонталния статус (79, 292).

Консервативен подход на лечение.

Едносеансов подход е показан при директните, малки по размер и неинфектирани перфорации във фуркацията или латерални в средната коренова трета (346). Имедиатното възстановяване подобрява шансовете за успех (E. Nicholls, Seltzer и кол. по 234, 346), но не винаги е възможно. *Две или повече посещения* са показани при обширни, инфектирани перфорации или невъзможност за овладяване на кървенето, като се поставя междинна медикаментозна вложка от калциев хидроокис или КХО+0,12% хлорхексидин за 1-3 седмици (65, 247, 338, 354).

Инструментариум за работа с МТА. Метални шприци-носач, тип „пистолет", с удължена канюла за въвеждане и аплициране на МТА в кореновия канал: „Endo" на Dr. Messing (Messing Gun - Produits Dentaires SA, Vevey, Suisse) (154) или Dovgan (Dovgan careers - Sybron Endo), който е в три размера (∅ 0,8, 0,9 и 1,2 мм) с удължена канюла за въвеждане и аплициране на МТА в кореновия канал или перфорацията, MTA Gun Sustem (Dentsply-Maillefer, Switzerland), Endogun (Medidenta, NY); Система за микроапикално аплициране (Microapical placement system - MAP, Produits Dentaires SA, Vevey, Suisse) – шприца със сменяеми канюли; комплект West Perf Repair Instruments (Subron Endo) – фини, гъвкави и извити под различен ъгъл ръчни инструменти; специални тефлонови инструменти за приготвяне, загребване, и аплициране (DentsplayTulsa) (71, 154, 185, 189, 246, 247).

Неспецифичен инструментариум: шпатули, амалгамоносачи, екскаватори, щопфери и ендодонтски инструменти и материали (плъгери на Buchanan, Schilder и Machtou (0, ½ и ¾), К-пили, гутаперчови и

хартиени щифтове, инструмент на Glick, пълнители и др.) (71, 110, 153, 154, 246, 247, 338).

Подготовка на КСЦ: Прахът се размесва с дестилирана вода в съотношение 3:1 (1g:0,35ml) до получаване на хомогенна маса. Могат да се използват метални, пластмасови или тефлонови шпатули върху стъклена плочка или смесително блокче (71, 143, 338, 358). Изключение прави Biodentine, който се предлага в капсули с еднократна доза прах. Предвидени са 5 капки течност за една доза материал. Капсулите се подготвят в амалгамобъркачка за 30 сек. при 4000-4200 оборота (70).

2.4.1. Възстановяване при фуркационни перфорации

2.4.1.1. Възстановяване при директни фуркационни перфорации

Подготовка на оперативното поле. Зоната на перфорацията може да се почиства с ултразвуков накрайник (185, 265*)*. Следва спиране на кървенето и дезинфекция с натриев хипохлорит (NaOCl) в ниски концентрации от 0,5%-1-2,5-3% и без натиск и налягане, за да не прониква в съседните меки тъкани (110, 154, 245, 247, 338). При стари и/или инфектирани перфорации разреденият хипохлорит се оставя за няколко минути в корено-каналната система. Възможна е промивка и с 0,12 % хлорхексидин (247) и EDTA (265). У нас Стаматова комбинира 3% H_2O_2 и 1,25% NaOCl. Подсушаването се извършва с памучни тупфери и хартиени щифтове (27). Проблемите при трудно овладяване на кървенето или на обилен ексудат са обсъдени по-нататък.

***Клиничен протокол*:** Според Torabinejad и кол. най-напред се обтурира ендодонта апикално от перфорацията. MTA се пренася с

амалгамоносач и се притиска с плъгер или памучен тупфер (338). Hashem и Hassanien аплицират MTA на порции чрез Система за микроапикално аплициране и после леко го кондензират с ръчни плъгери на Buchanan (171). При обширни перфорации MTA се поставя с минимален натиск, за да се предотврати проникването на материала в периодонталното пространство.

Контролна рентгенова снимка е задължителна за оценяване качеството на запечатването (346). Върху цимента се поставя влажен тупфер и зъбът се херметизира с временна вложка за минимум от 3-4 часа (79, 341). Тъй като MTA ProRoot се втърдява бавно, Arens и Torabinejad препоръчват на пациента да избягва да се храни първите четири часа след манипулацията (54).

В следващото посещение се проверява степента на втвърдяване на MTA и се поставя дефинитивната обтурация. При перфорации с по-изразено възпаление, MTA може да не се втвърди добре поради киселинното pH. Тогава той се отстранява с промивки и процедурата се повтаря (338). Установено е, че при съвместното използване на MTA и хелатор (ЕДТА), се нарушава протичането на хидратационния процес на MTA, тъй като ЕДТА извлича Ca йони от състава на цимента (227).

2.4.1.2. Възстановяване при лентовидни фуркационни (strip) перфорации

Техника на ***Torabinejad-Schwarz-Göhring***. Интактните коренови канали се обработват и обтурират рутинно. Засегнатият от перфорацията КК се промива накрая отново с NaOCl, подсушава се и се обтурира апикално от перфорацията с гутаперча и КПС, а в коронарната му част и в пространството на перфорацията се кондензира MTA (154, 311, 346). При ProRoot MTA дефинитивната обтурация може да се постави след

минимум от 3-4 ч. или в следващ ден, а при MTA-Angelus – след 10-15 минути (188, 253, 263).

Възможна е модификация на тази техника, при която засегнатият канал се обтурира изцяло. В следващото посещение внимателно се отстранява част от каналната заплънка до мястото на перфорацията с помоща на Peeso разширители. Коронарната трета на КК и зоната на перфорацията се запечатват с MTA (65).

Техника на ***Göhring***. В канала, свързан с перфорацията се поставя спредер с малък диаметър или гутаперчов щифт, за да се предотврати проникването на MTA в него. След това MTA се внася в зоната на перфорацията със шприца-носач и се притиска внимателно с фини инструменти. След отстраняване на излишните количества от пулпната камера се освобождава и каналът. Запечатването се проверява с рентгенография, след което се поставя влажен памучен тупфер над MTA и временна обтурация. На второто посещение се довършва ендодонтската работа по КК и зъбът се обтурира дефинитивно (154).

Техника на **Tsai и кол.** При обширна лентовидна перфорация на втори долен молар с С-образен канал, предизвикана при отстраняване на радикуларен щифт, цялото пространство на единствения канал и перфорацията е обтурирано с MTA (352). Adiga и кол. използват същата техника при молари. След МХО на всички КК, засегнатият канал и перфорацията се обтурират цялостно с MTA и накрая се обтурират останалите канали с гутаперча и КПС (39).

Barrieshi и Hammad установяват, че MTA, поставен в коронарните 4 мм на канал, обтуриран с гута перча, запечатва по-добре от ГЙЦ (62), но по-лошо в сравнение с Tetrik (фотополимер) (193). Brito-Júnior и кол. установяват на екстрахирани зъби, че коронарното запечатване на MTA е равностойно на тотално запечатване с три слоя цианоакрилат (80).

II.5. ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ЕНДОДОНТСКИ ПЕРФОРАЦИИ С МТА

Консервативното лечение на перфорации е предизвикателство дори за умелия клиницист, с необходимост за преодоляване на редица проблеми – лоша видимост и достъп, разрастване на гранулационна тъкан, кървене, влажност, излизане на материал извън границите на дефекта. Често се изисква комплексен интердисциплинарен подход: компютърно-томографска диагностика, работа с ендодонтски микроскоп и включване на допълнителни техники и материали от други сфери на денталната медицина (60, 154, 164, 184, 247, 346, 354, 386). Недостатъците на МТА създават допълнителни усложнения – ронлива консистенция, трудна за пренасяне и аплициране, кратко манипулационно време, бавно втвърдяване, неестетичност (185, 267, 346).

2.5.1. Контрол на хемостазата

МТА има рядкото качество да се втвърдява във влажна среда. Той развива по-добра адхезия към дентина, ако процесът протича в непосредствен контакт с вода, особено в първите 3 дни (149). Според някои изследвания този цимент не се влияе от замърсяването с кръв и слюнка (175, 209, 339). Според Vander-Weele и кол. обаче, наличието на кръв по стените на перфорацията влошава адаптацията на бял МТА ProRoot към дентинните стени и устойчивостта му на разместване (358). Бактериалното проникване при замърсен със слюнка бял МТА ProRoot е значимо по-изразено, отколкото при незамърсен (250). Не бива да се

забравя, че в присъствие на повече течност МТА губи плътната си консистенцията (145).

При упорито кървене или трудно подсушаване на възпалителен ексудат най-често използваните средства за постигане на хемостаза - натриев хипохлорит, калциев хидроксид, калциев сулфат, колагенови материали (65, 185, 269, 346), може да не са достатъчно ефективни. Тогава в зоната на перфорацията може да се аплицира КХО за 5 минути и да се промие с NaOCl, като процедурата се повтаря 3-4 пъти до пълно спиране на кървенето (65**).** Ако по време на самото аплициране на МТА в перфорационния дефект се провокира ексцесивна влажност или кървене, те се отнемат със сух тупфер или с обратната страна на големи номера хартиени щифтове. В такива случаи МТА се пренася до ендодонтския кавитет на големи порции с амалгамоносач или наведнъж с шпатул или обратен шпатул. Може да се добави КХО на прах върху преовлажнената порция МТА (71) или сух прах от самия МТА, без това да наруши процеса му на втвърдяване (83, 84, 272).

Ако кървенето не може да бъде овладяно, тогава са индицирани медикаментозни вложки от КХО-паста (71). В експериментални условия е установено е, че ако след 30-дневна вложка от КХО, КК се обтурират с МТА, то устойчивостта им на фрактури не се влошава (50).

Не се препоръчва прилагане на железен сулфат, защото може да доведе до образуване на кръвен коагулум и да ускори бактериалната пролиферация (65**).** Приложението на други групи материали за целите на хемостазата ще бъде разгледано малко по-нататък.

2.5.2. Контролирано поставяне на възстановителния материал

Екструзия на материал. При по-обширни перфорации точното аплициране и добро кондензиране на МТА в границите на корена е изключително трудно (184, 311). При запечатване на изкуствени латерални перфорации Lee и кол. установяват по-рядко проникване на МТА извън корена, отколкото ДА и IRM (225). При подобни условия Holland и кол. установявят екструзия на МТА в 7 от 24 случая, а при Sealapex - в 15 случая от 24 (177). В клинични условия при латерални перфорации Xu и кол. описват екструзия на малки количества МТА при 10 от 18 случая (377). При фуркационни перфорации ДА прониква извън дефекта в 100% (325).

В експериментални и клинични условия е установено, че проникването на малки количества МТА в околните тъкани извън фуркацията (277), към латералния периодонциум (377) или извън апекса (164) не смущава оздравителния процес. Според други автори в периапикалната зона той е по-добър, когато няма екструзия на материал (133, 178). Holland и кол. докладват за слабо хронично възпаление около МТА и в случаите на препресване при латерални перфорации в средната трета на корена в края на първия месец (177).

Вътрешна бариера. При обширни перфорации се препоръчва използването на допълнителен материал, който се поставя преди основния запечатващ материал, с цел създаване на ограничаваща бариера за проникването му извън лезията и външния контур на корена. Първоначално е прилагано индиево фолио. В съвременен аспект Lemon и Bargholz развиват тази идея в концепцията за *изкуствена вътрешна бариера* или *матрикс* (60, 110, 184, Lemon по 60). За целта се използват биологично поносими материали: хидроксилапатит, колаген, желатин, калциев сулфат, трикалциев фосфат, лиофилизирана кост, изкуствена костна субстанция, дентинови отпилки, калциев хидроксид, мембрани за

направлявана тъканна регенерация и др. Някои от тези материали имат и кръвоспиращо действие (43, по 60, 171, 184, 185, 217, 285, 325, 353).

Ефективност на вътрешната бариера. Мненията относно ползата ѝ за точното аплициране на МТА, микропроницаемостта и оздравителния процес не са еднозначни. Някои автори считат, че качествата на МТА не изискват използване на бариера, както е било необходимо при амалгамата (225).

Tsatsas и кол. установяват, че МТА сам по себе си има по-слаба микропроницаемост от Vitremer и SuperEBA, комбинирани с мембрана от Hemarcol при фуркационни перфорации (353). Hashem и Hassanien са категорични, че аплицирането на колаген като вътрешна матрица in vitro при обширни фуркационни перфорации понижава проницаемостта при МТА Angelus и IRM, докато при ProRoot МТА не води до промяна. Това вероятно се дължи на разликата в състава на двата продукта МТА. ProRoot е по-хидрофилен и лесно се адаптира към стените на кухината. Angelus МТА не съдържа калциев сулфат и количеството на бисмутовия окис е намалено, за да се редуцира времето му на втвърдяване от 2 часа на 10 минути. Скъсяването на времето вероятно възпрепятства оптималното му овлажняване и адаптиране към дентина (171).

В сравнително изследване на фуркационни перфорации, запечатани с МТА per se и МТА в комбинация с различен материал като бариера, Zou и кол. установяват еднаква степен на микропроницаемост и екструзия на материал при МТА+колаген (Collaplug) и МТА без бариера. При комбинация на МТА и калциев сулфат не е установено проникване на материал извън дефекта, но микропроницаемостта е по-силно изразена (396). Alhadaini и Himel също съобщават за повишена проницаемост при запечатване с ГЙЦ и калциев сулфат като вътрешна бариера, вероятно поради замърсяване на стените на перфорацията от гипса (по 371). Макар че $CaSO_4$ ограничава екструзията на МТА, Al-

Daafas и Al-Nazhan не препоръчват употребата му, защото възпалителната реакция към него е по-силно изразена, отколкото към MTA per se и отлагането на цемент е по-слабо (43).

При обширните перфорации прилагането на MTA per se или в комбинация с определен вид материал като бариера е строго индивидуално за всеки клиничен случай.

Клинични резултати от прилагането на MTA+бариера. Ibarrola и кол. описват случай на обширна перфорация (5x6 мм) във фуркацията на горен първи молар, усложнена със сериозно увреждане на дисталната част на MB корен при студентско лечение на апикален периодонтит. Бариерата от Gelfoam (желатин) под бял ProRootMTA не е предотвратила проникването на значително количество MTA в интеррадикуларното пространство. След 5 години клиничният статус на този зъб като мостоносител е добър, с отличен оздравителен резултат на периапикалните лезии и нормална рентгенова картина на тъканите във фуркацията (184).

Bargholz докладва отличен оздравителен резултат след 5 години на проследяване на латерални перфорации на горни фронтални зъби, лекувани с MTA върху колагенова бариера (60). Roda докладва успешно запечатване на латерална перфорация със същата комбинация след 32-месечно проследяване (298).

Araújo и кол. успешно прилагат комбинация от калциев сулфат като матрикс под бял MTA Angelus в условия на резорбирана апикалната зона и широк апикален отвор на 21. Кореновият канал е обтуриран след 24 ч. чрез латерална кондензация и AH Plus като КПС. За 1 г. периапикалните изменения са резорбирани напълно (53).

2.6. КЛИНИЧНИ КРИТЕРИИ И ЧЕСТОТА НА УСПЕХ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ПЕРФОРАЦИИ С MTA

2.6.1. Прогноза, клинични критерии и честота на успех при МТА

Прогнозата на зъби с перфорации зависи от размера и локализацията на перфорацията, от времето на въздействие на бактериалната инвазия, биологичните и физични характеристики на използвания материал за възстановяване, както и опита и знанията на клинициста (26, 65, 185, 346, 354). Счита се, че цервикалните супраалвеоларни и фуркационите перфорации са с по-неблагоприятна прогноза от тези в средната и апикална коренова трета, поради възможната бактериална контаминация от гингивалния сулкус и апикална миграция на епител в перфорацията, водещи до образуване на пародонтален джоб с персистиращо възпаление. Прогнозата при лентовидните перфорации също е съмнителна поради опасността от развитие на бърза интензивна деструкция на пародонтални тъкани със загуба на интеррадикуларна кост (346, 352, 354).

Резултатът от възстановяването на ендодонтски перфорации се отчита по следните клинични и рентгенографски критерии: отсъствие на оплаквания и патологични промени (спонтанна или перкуторна болка, абсцес, фистула, едем, пародонтален джоб) в пародонталните и меките тъкани по съседство на възстановената перфорация, нормална рентгенографска структура на алвеоларната кост и периодонциума, оздравяване на регистрираните перирадикуларни лезии и отсъствие на нови такива (коренова и костна резорбция, периапикални, латерални или интеррадикуларни лезии, ендо-пародонтални лезии, вертикални фрактури) (234, 246, 247).

Mente и кол. проследяват в рамките на 12-65 месеца 21 случая на лечение на перфорации с различна локализация с бял MTA ProRoot и установяват добър оздравителен резултат в 81% от случаите. Те

констатират по-висока честота на успех при еднокоренови зъби в сравнение с многокореновите (247). В друго изследване същият колектив проследява за период от 12-68 месеца 56 случая с апикални перфорации поради резорбция или свръхинструментиране, при които е поставена апикална бариера с МТА. Те установяват 100% оздравяване при липса на периапикални лезии и 78% при наличие на такива (246). Main и кол. отчитат пълен оздравителен процес при 16 случая, включващи латерални, фуркационни, лентовидни и апикални перфорации, възстановени с МТА, за период 12-43 месеца (234).

Pace и кол. проследяват 10 случая на перфорации с различна локализация в продължение на 5 години и докладват за ефективно запечатване и добър оздравителен резултат за периодонталните тъкани по съседство (265). Xu и кол. установяват успешно лечение на 17 случая с латерални коренови перфорации и един неуспешен при обширна и инфектирана перфорация (377). У нас Стаматова съобщава за отличен оздравителен резултат при 30 от 32 случая на фуркационни и латерални перфорации, проследени 1 година (27).

Данните в литературата за клинични изследвания и характера на оздравителния процес при по-новите КСЦ и особено сравнителните такива са ограничени. Aminov и кол. сравняват оздравителния резултат при 28 фуркационни перфорации при запечатване със cMTA ProRoot и Bioaggregate за 18-месечен период. Те установяват равностойни клинични и рентгенографски резултати при двата материала (48).

На фона на многобройните in vitro изследвания, клиничните съобщения с анализ на честотата на успех при по-голям брой случаи са относително малко. Но пък редица автори описват успешно лечение при единични или малък брой случаи, проследени 9-55 месеца (54, 173, 184, 245, 311, 322, 352), дори и при **временен молар** (20 месеца), което дава възможност за нормално развитие на постоянния зъб (264).

Noetzel и кол. смятат, че перфорациите, локализирани във фуркацията, си остават ендодонтски и пародонтален проблем с несигурна прогноза, независимо от качествата на новите материали (261). Въпреки установеното мнение относно лошата прогноза при стари и инфектирани перфорации (65, 185), прилагането на MTA създава тенденция за промяна в тази нагласа. Al-Daafas и Al-Nazhan установяват отличен оздравителен резултат при инфектирани изкуствени фуркационни перфорации при кучета 4 месеца след възстановяването им с ProRoot MTA. Наблюдавано е отсъствие на възпалителна реакция, отлагане на цемент и образуване на нова кост в резорбционните лакуни (43).

Hernandez и кол. в експериментални условия усилват антибактериалния ефект на MTA чрез размесване на праха с хлорхексидин, който е с доказан силен ефект срещу Gr- и Gr+ микроорганизми, но води и до апоптоза на макрофаги и фибробласти (175). Silveira и кол. докладват сходни клинични резултати при две фуркационни перфорации, като едната е резултат от кариес, по-обширна и инфектирана, и е запечатана със сив Angelus MTA. Другата е в резултат от работа с машинни инструменти, по-малка и неинфектирана, и е запечатана имедиатно с бял Angelus (322). Стаматова съобщава за нормален оздравителен процес при 15 от 17 клинични случая на стари перфорации, като отчетената разлика в честотата на успех при старите и нови перфорации не е съществена (27).

|

2.7. ПРЕВЕНЦИЯ НА ЕНДОДОНТСКИТЕ ПЕРФОРАЦИИ

Темата за превенцията и избягването на ендодонтските перфорации е слабо засегната в денталната литература. Основните ѝ аспекти биха могли да се търсят в следните направления: 1. Изследвания

на базовата ендодонтска анатомия и на морфологичните вариации при различните групи зъби. 2. Морфометрични изследвания на важни ендодонтски зони. 3. Изследвания на достоверността на различните рентгенографски техники за целите на ендодонтията.

2.7.1. Морфологични вариации в ендодонтската анатомия на моларите

Доброто познаване на ендодонтската анатомия е един от основните фактори за успех на всяко едно ендодонтско лечение (112, 363). През последните 20-30 години, успоредно с широкото навлизане на нов инструментариум и материали в ендодонтията, проучването на ендодонтската анатомия също достигна качествено ново равнище. След изследванията на Pineda и Kuttler (276) и Green (157) през 70-те години и на Vertucci (362) през 80-те постепенно бе установена една нова парадигма за кореновия канал като сложно пространство, което се характеризира с комплекс от различни елементи – акцесорни канали, взаимосвързващи канали, вътрешни фуркации и др. Освен това корено-каналната система на зъбите, особено тази при моларите, се характеризира и с вариабилност. На някои от вариациите, като например четвърти канал при горните молари, чиято честота на изява се определя в диапазона 21,4-93,7%, вече се гледа като на нормална анатомия (5, 313, по 368, 369).

Към познатите досега основни варианти на корено-каналната система на зъбите са добавени нови и неизвестни преди отклонения, които се определят като вариации, аберации, аномалии или дисморфизъм в нормалната им анатомия (151). Тези редки аберации касаят както мултипликация, така и редукция на структурите: С-образен корен и канал, еднокоренов молар, един или повече свръхбройни корени,

два коренови канала, трети коренов канал в медиалния корен на долните молари, трети коренов канал в медио-вестибуларния корен на горните молари, 6-7 коренови канала и др. (96, 113, 161, 165, 197, 200, 215, 233, 236, 370). Многобройни изследвания сочат, че при топографската анатомия на ендодонта на долния втори молар се среща най-голямо разнообразие от вариации (17, 96, 113, 197, 200, 216, 287, 369).

В наши дни клиничното диагностициране на типа корено-канална система в голяма степен е улеснено от работата с ендодонтски микроскоп, други оптични увеличителни средства и допълнително LED-осветление (187, 197, 313). Микрокомпютърната томография разкри една невероятна възможност за триизмерно изследване на вътрешната макроморфология на ендодонта както в експериментални, така и в клинични условия (109, 150, 194, 223, 279, 293, 308, 324). Всички тези нови подходи и технически възможности рязко повишиха изискванията към ендодонтиста.

У нас, в по-старите български ендодонтски учебници и монографии тези аберации не са описани (3, 8), но в някои от по-новите се споменават (34). Редките вариациите в ендодонтската анатомия на българското население в последните 20 години не са системно изследвани на микроскопско ниво по групи зъби, но има редица клинични съобщения за единични случаи. В едно изследване на Кузманова и кол. е установено, че в групата на моларите при българското население по-редките морфологични вариации се срещат при втория и третия долен молар (M3 inf) с най-висока честота и разнообразие. При M2 inf те са в 25,4% (216). В друго изследване на Кузманова и кол. е търсена корелация между анатомичните вариации на кореновата система при M2 inf и оклузалната анатомия на клиничната му корона. Установено е, че макар и да съществуват някои взаимовръзки,

вътрешната антомия не може да бъде категорично предсказана според вида на оклузалната повърхност (215).

Топалова-Пиринска и кол. са направили рентгенографска характеристика на постоянните премолари, но не посочват какъв е изследваният от тях контингент (33). Кирилова и кол. описват случай с три канала на горен първи премолар (15). Пиринска и Топалова-Пиринска (22) и Топалова-Пиринска (32) анализират клиничните проблеми свързани с морфологичните аномалии dens invaginatus и dens evaginatus. Томов и Владимиров разглеждат епидемиологичните, генетичните и клиничните аспекти на тауродонтизма (31). Гусийска изследва наличието на свръхброен коренов канал при горните молари (5, 6, 165).

Кузманова описва явления на редукция в морфологията на корено-каналната система при втория долен молар – С-образен корен и еднокоренов молар (17). Кирилова (12) и Кирилова и Топалова-Пиринска (14) съобщават за единични случаи на рядко срещани морфологични конфигурации при долните молари: молар с три канала в медиалния корен и еднокоренов молар. В друго изследване Кирилова и Топалова-Пиринска описват случай на горен втори молар с четири корена и четири коренови канала (13). Радева и Стоянова също съобщават за М2 sup с четири корена (23). Кузманова и Анастасова правят сравнение между два горни втори еднокоренови молара с един и с два коренови канала (19).

Познаването на вариациите в анатомията на зъбите е от ключово значение за качественото ендодонтско лечение, за избягването на ятрогенни грешки, както и за дефинитивното възстановяване на ендодонтски лекуваните зъби (3, 241, 346, 352).

2.7.2. Морфометрични изследвания на важни ендодонтски зони

Обект на морфометричните изследвания са количествените показатели на организма, на отделни негови части, органи или по-малки анатомични зони. Анализът на тези данни търси взаимовръзки между вариациите в размера и формата на анатомичния обект с околната среда при норма и патология и намира приложение в диагностичните и лечебните процеси (299). В денталната антропология тези изследвания са широко застъпени като кефалометрия, краниометрия, одонтометрия и др. (10, 16, 139).

С цел предотвратяване на ятрогенните грешки и перфорации при провеждане на ендодонтското лечение са правени някои морфометрични измервания на пулпната камера и на фуркационната зона при моларите: от върховете на туберкулите до съответните пулпни рогчета, от върховете на туберкулите до пода на пулпната камера, от покрива на пулпната камера до фуркацията, от пода на пулпната камера до фуркацията и др. (128, 206). У нас Ботева и Ботева и Йовчев са направили измервания на пулпната камера при молари с прави корени и такива с изразена извивка на корените (77, 78).

Фуркацията е тази анатомична зона при моларите, където кореновият ствол се разделя на два, три или повече корена (Scheid). Засягането на фуркацията не представлява отделна нозологична единица. То е следствие от пародонтално или ендодонтско заболяване, или от комбинирани ендо-пародонтални лезии, като възпалението ангажира и интеррадикуларната алвеоларна кост по съседство (317, 289, 346). Може да бъде свързано също и с оклузална травма или коренова фрактура, минаваща през тази зона (104, 222, 260, 334). Локални фактори като емайлови перли, неравности по кореновата повърхност или тясна и трудна за почистване фуркация, могат да предизвикат плак-индуциран процес и да затруднят сериозно лечението му (181, 320, 351). Моларите

са по-податливи на загуба на епително прикрепване и по-често са екстрахирани по пародонтални и ендодонтски причини в сравнение с другите групи зъби (103), особено тези със засегната фуркация (290).

Ендодонтският аспект на засягане на фуркацията включва следните пътища: 1. Проникване на токсини или разпадни продукти от недоотстранена коронарна пулпа през допълнителни канали, свързващи пода на пулпната камера и фуркацията (срещат се в 23-76%). 2. Ангажиране на интеррадикуларната кост във фуркацията от апикален или латерален периодонтит, който прогресира в тази посока. 3. Перфорация на зъбните тъкани във фуркацията. 4. Проникване на инфекция през дентиновите тубули (104, 346, 390).

Морфометричните изследвания на фуркационната зона не са много, а такива у нас не са правени. Вертикалният размер на фуркацията представлява дебелината на твърдите зъбни тъкани между пода на пулпната камера и радикуларната повърхност на фуркацията на моларите. Той има отношение към качеството на запечатване на перфорациите в тази зона, защото материалите, използвани за тази цел, изискват определена минимална дебелина, която да предпазва от микропроницаемост вътрешността на ендодонта.

2.8. АНАЛИЗ И ИЗВОДИ ОТ ЛИТЕРАТУРНИЯ ОБЗОР

Направеният литературен обзор поставя редица частично решени или нерешени проблеми в сферата на ендодонтските перфорации, херметизма им на запечатване с калциево-силикатни цименти и превенцията им. Честотата на ендодонтските перфорации по етиология, видове, локализация по повърхности и групи зъби не е достатъчно проучена. У нас Стаматова е изследвала приблизителната честота на перфорациите за година чрез анкетиране на дентални лекари

(28, 27), но прецизно клинично проучване на честотата им с документирани случаи не е извършвано.

От друга страна, изследванията върху по-големи групи клинични случаи (16-56 броя), при които се проследява оздравителния процес, са малко, (234, 246, 247). В повечето клинични съобщения се представят единични случаи (245, 352, 354, 356), а по-рядко - групи с малък брой перфорации с различна локализация (5-7 броя) (71, 311, 338). У нас Стаматова проследява 30 случая на фуркационни перфорации, запечатани със сив ProRoot MTA (27). Данните за клинични изследвания при по-новите КСЦ и особено сравнителните такива са много ограничени. В международната дентална литература намерихме само едно такова проучване на оздравителния резултат при cMTA ProRoot и Bioaggregate за 18-месечен период (48).

Рутинните калциево-силикатни цименти MTA ProRoot и Angelus-MTA са многостранно проучени, особено в посока на тяхната биологична поносимост (266), поради което медико-биологичните им качества не са включени в този литературен обзор. Механизмът и кинетиката на реакцията им на хидратация също са обстойно изследвани (85, 86, 87, 88, 90, 119). В опит да се преодолеят техните недостатъци са направени редица изследвания на техни модификации с акцелератори на втвърдяването (66, 180, 372) и с редуктори на водата (66, 179, 198, 209, 367).

Механичните качества на тези материали са доста детайлно проучени (46, 119, 121, 149, 188, 340, 364). Измежду изследванията на тези им качества в присъствие на симулирани тъканни течности (294, 303, 306, 319, 335) почти няма такива на промените в микротвърдостта им.

В сферата на херметизма на запечатване на рутинните КСЦ обаче съобщенията не са толкова много. При изследване на

маргиналната им адаптация (ширина на микропроцепа между материал и дентин) вниманието на изследователите е било насочено главно към ретроградното приложение на материалите (57, 68, 81, 115a, 318, 345, 376). Не намерихме такива изследвания при перфорации.

Микропроницаемостта при ретроградно и ортоградното приложение на MTA ProRoot и Angelus-MTA е доста добре проучена (44, 49, 238, 240, 328). Този аспект на херметичното запечатване при перфорации е изследван от доста автори (143, 168, 171, 316), но в резултатите, получени от тях има много противоречиви данни.

Що се отнася до новите КСЦ, изследванията на херметизма на запечатване при тях са много ограничени, а сравнителни данни между тях и рутинните КСЦ почти липсват, като в повечето случаи са сравнявани само по два материала. Макар че у нас темата за МТА присъства в денталната литература, подобни изследвания изцяло липсват. Основно място заема дисертационният труд на Стаматова, но в него е изследван сивият ProRoot MTA (27), който вече не се предлага на денталния пазар.

На фона на многобройните изследвания на качествата и клиничните резултати от приложението на различните материали за възстановяване на ендодонтски перфорации, за превенцията им е писано относително малко (128, 241, 251). Основните ѝ аспекти биха могли да се търсят в следните направления: 1. Изследвания на базовата ендодонтска анатомия и на морфологичните вариации при различните групи зъби. 2. Морфометрични изследвания на важни ендодонтски зони.

В резултат на анализа на обзора на литературата могат да се направят следните изводи относно **нерешените въпроси по темата:**

1. Информацията за честотата на разпространение на перфорациите в литературата е ограничена и противоречива. У нас не са

правени клинични изследвания върху честотата на ендодонтските перфорации като цяло, както и по-видове и локализация.

2. Липсват също и сравнителни клинични изследвания на резултата от прилагането на различните КСЦ при фуркационни перфорации.

3. Сравнителните изследванията на маргиналната адаптация, респ. на ширината на микропроцепа при рутинните и новите калциево-силикатните цименти при запечатване на фуркационни перфорации са доста ограничени и противоречиви, а у нас изобщо липсват.

4. За микропроницаемостта при MTA ProRoot и Angelus, приложени в различни зони, има доста изследвания, но данните са много противоречиви. Линейното ѝ измерение обаче е относително слабо изследвано и няма такива сравнителни данни за конвенционалните и новите КСЦ.

5. В денталната литература има ограничен брой сравнителни изследвания на микротвърдостта на рутинните и новите КСЦ. Липсват данни в литературата за промените в микротвърдостта на новите материали в условия на симулирани тъканни течности.

6. От гледна точка на превенция и избягване риска от перфорации и по-висока ефективност на ендодонтското лечение в последните 20 години у нас липсват системни изследвания на честотата на по-редките морфологични вариации в анатомията на ендодонта при моларите при българското население.

7. В международната дентална литература морфометричните изследвания на фуркационната зона при моларите са ограничени, а у нас изцяло липсват.

В резултат на анализа на нерешените и частично решените въпроси по темата би могло да се направи извод, че тя е актуална и са оправдани усилията за изследвания на херметичното запечатване на

ендодонтски перфорации с калциево-силикатни цименти и превенцията им и тя може да бъде обект на дисертационен труд.

3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

3.1. Цел

Целта на този труд е да се проучи и сравни херметизма на запечатване на рутинни и нови калциево-силикатни цименти при ендодонтски перфорации, както и различните аспекти за превенцията им – морфологични и морфометрични, за повишаване качеството на ендодонтското лечение.

3.2. Основни задачи

1. Да се определи честотата и разпределението на ятрогенните перфорации по видове и групи зъби, локализация, повърхности и етиология.

2. Да се направи сравнително проучване на херметизма на запечатване на калциево-силикатните цименти при симулирани фуркационни перфорации:

2.1. Да се сравни маргиналната адаптация (ширината на микропроцепа) на различни калциево-силикатни цименти при симулирани фуркационни перфорации.

2.2. Да се сравни микропроницаемостта при калциево-силикатни цименти в условия на симулирани фуркационни перфорации.

3. Да се направи сравнително проучване на някои важни физични качества на калциево-силикатните цименти, които имат отношение към херметизма им на запечатване:

3.1. Да се сравни въздействието на симулирани тъканни течности върху микротвърдостта на калциево-силикатни цименти.

3.2. Да се сравни разтворимостта на калциево-силикатните цименти.

4. Да се проследи и сравни оздравителния резултат при клинично възстановяване на ендодонтски перфорации с различни калциево-силикатни цименти.

5. Да се проучат различните аспекти на възможностите за превенция на ендодонтски перфорации:

5.1. Да се изследва честотата на по-редките анатомични вариации на моларите при българското население по видове и групи зъби.

5.2. Да се установи средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркацията на моларите.

СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

4. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

4.1. МАТЕРИАЛИ

За целите на настоящия дисертационен труд са използвани следните материали:

1. Калциево-силикатни цименти:

- Бял MTA-Angelus (Angelus, Londrina, Brazil)
- Сив MTA-Angelus (Angelus, Londrina, Brazil)
- Бял ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa, Johnson City, TN)
- Aureoseal (G. Ogna e Figli, Muggiò, Italia)
- BioAggregate (IBC Inc., Vancouver, Canada)
- Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France)
- бял Portland цимент (Titan cement CEM I 52,5N) (Златна Панега)

- сив Portland цимент (Titan cement CEM II/B-L 32,5 R) (Златна Панега)

2. Модифициран глас-йономерен цимент:

- GC Fuji VIII (RMGIC) (GC Corp., Tokio, Japan)

3. Екстрахирани зъби (молари) – 164 броя при Задача 2.1., Задача 2.2. и Задача 5.2.

4. Силиконов модел за изследване на фуркационни перфорации - Stomaflex solid (Spofa Dental) при Задача 2.1.и Задача 2.2.

5. Багрило Родамин Б в 0,2% разтвор – при Задача 2.2.

6. Цилиндрични полиетиленови форми – 80 броя при Задача 3.1.

7. Цилиндрични полиетиленови форми – Цилиндрични полиетиленови форми – 5 броя при Задача 3.2.

8. Симулирана тъканна течност (Merck, Germany) – при Задача 3.1 Нейният йонен състав и pH са близки до тези на кръвния серум. Съдържа NaCl, KCl, Na_2HPO_4 и KH_2PO_4, с pH 7,4.

9. Химически полимеризиращ композиционен материал Charisma PPF Assortment (Heraeus Kulzer, Germany) – при Задачи 2.1. и 2.2.

9. Материал за временни обтурации Coltosol F (Coltene, Whaledent, Swuise) - при Задачи 2.1. и 2.2.

10. Режещи машинни инструменти - кръгли стоманени борери №14 за ъглов наконечник (Komet, Gebr. Brasseler, Germany), фисурни турбинни диамантени борери 837L (Axis-dental, Swiss) и диамантени сепаратори за прав наконечник (РНМ, БГ) - при Задачи 2.1. и 2.2..

11. Ендодонтски канални инструменти – К-пили (VDW Beutelrock,Germany), пълнители (FKG Dentaire, Swiss), каналопълнежно

средство Cortisomol (Priduits dentaires, Merignac) и гутаперча (Meta biomed, Korea) – по Задача 2.1.

12. Клинични случаи на зъби с проведено ендодонтско лечение (2460) – при Задача 1 и Задача 4. Тези общо 2 672 случая са регистрирани при 1772 пациента, от които 934 жени и 838 мъже, на възраст между 14 и 86 години.

4.2. МЕТОДИ

В този дисертационен труд са използвани следните методи:

1. Сканираща електронна микроскопия - при Задача 2.1.

2. Оцветителен метод за линейна микропроницаемост на багрило – при Задача 2.2.

3. Микроиндентация – метод за измерване на микротвърдостта на материалите по метода на Berkovich с апарат UNMT (Bruker, USA), комбиниран с Атомно-силов микроскоп – при Задача 3.1.

4. Изследване на разтворимост – при Задача 3.2.

5. Морфометричен метод – при Задача 5.2.

6. Рентгенографски методи (Интраорални ретроалвеоларни рентгенографии по техниката на бисектрисата и модификацията ѝ по Walton) – при Задача 1. и Задача 4.

7. Клинични методи – при Задача 1. и Задача 4.

8. Статистически методи. Данните от изследванията са въведени и обработени със статистически пакет IBM SPSS Statistics 19.0. При различните задачи според характера на изследването са използвани следните методи:

Дескриптивен анализ (Описателна статистика) – за изчисляване на средните стойности на категорийните признаци, променливите, с

доверителните им интервали, стандартни грешки, стандартни отклонения, минимални и максимални стойности.

Графичен анализ (диаграми тип box-plots, секторни диаграми и др.) – за онагледяване на резултатите.

Алтернативен анализ – за сравняване на относителни дялове.

Тестове на Kolmogorov-Smirnov и Shapiro-Wilk – за проверка на хипотези за различия на разпределенията при малки извадки от нормалното разпределение .

H-тест на Kruskal-Walis, тест на Wilcoxon и T-тестове – за сравняване на няколко независими извадки за статистически значима разлика между тях. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, е избрано $p<0,05$.

U тест на Mann-Whitney – за сравняване на две извадки.

Кростабулация – за търсене на взаимовръзки между категорийни признаци.

Конкретните методи ще бъдат описани при съответните задачи.

Метод по задача 1: Изследване на честотата и разпределението на ятрогенните перфорации по видове и групи зъби, локализация, повърхности и етиология.

Критерии за включване. Изследвани са 2460 случая с ендодонтско лечение, събрани за период от 15 години (1997-2012). Този контингент включва пациенти, лекувани в кабинет по дентална медицина, както и случаи, насочени от личен лекар поради затруднения в лечението, и пациенти, лекувани в клинични студентски зали. Наличието на перфорация е констатирано клинично, рентгенографски или и по двата метода.

При перфорациите, диагностицирани само по рентгенография, са приети следните критерии: ясно видим ендодонтски инструмент в перфорацията, радикуларен щифт, проникващ в съседните тъкани или запечатващ перфорацията материал. Апикалните ятрогенни перфорации са установявани само клинично, като при тях като критерий е възприета липсата на апикален стоп и свободното преминаване извън анатомичния апекс на ендодонтски инструмент, равен или по-голям от №35, при условие, че първоначалният размер на физиологичното стеснение е съответствал на по-малък инструмент.

Критерии за изключване: неясни рентгенови снимки с деформиран образ, случаи, насочени от други колеги, при които има съмнения за апикални перфорации, но липсва информация за първоначалния размер на физиологичното стеснение.

Най-напред е определен видът на перфорациите според етиологията им: ятрогенни, причинени от кариозен или от резорбтивен процес. След това е определен видът на ятрогенните перфорации съобразно ангажираната анатомична зона и повърхност: коронарни, цервикални, латерални коренови, апикални, фуркационни или фуркационни лентовидни (strip), медиални, дистални, вестибуларни и лингвални.

Статистически методи. Данните са въведени и обработени със статистически пакет IBM SPSS Statistics 19.0. Изчислена е сумарната честотата на различните видове перфорации спрямо общия брой случаи, лекувани ендодонтски през този период от време, както и тази на ятрогенните перфорации спрямо общия брой такива.

Изчислено е разпределението на ятрогенните перфорации по видове и групи зъби, локализация, засегнати повърхности, както и усложненията при тези ендодонтски случаи и манипулациите, по време на които са допуснати перфорациите. Приложени са следните методи:

дескриптивен анализ, графичен анализ (секторна диаграма) и алтернативен анализ. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, е избрано $p<0,05$.

Методи по Задача 2. Сравнително проучване на херметизма на запечатване на калциево-силикатните цименти при симулирани фуркационни перфорации.

Метод по Задача 2.1. Сравнително изследване на маргиналната адаптация (ширината на микропроцепа) на различни калциево-силикатни цименти при симулирани фуркационни перфорации.

Критерии за включване. В това изследване са използвани 92 екстрахирани горни и долни молара с подходяща коренова анатомия и без значими коронарни дефекти. ***Критерии за изключване:*** молари с разрушена клинична корона или фуркация и такива със слети корени или много тясна фуркационна зона.

Първоначално екстрахираните зъби са поставени в 10% разтвор на формалин за 14 дни. След това са почистени с ултразвуков накрайник от зъбния камък и с пародонтални кюрети от меките тъкани. След това са съхранявани във физиологичен разтвор с добавени в него няколко кристалчета тимол.

След изработване на ендодонтски кавитети кореновите канали са обработени по step back техниката до апикален стоп №25 и са обтурирани с Cortisomol по централна щифтова техника. В зоната на фуркацията, на пода на пулпната камера е направен изкуствен отвор с кръгъл борер №14 за симулация на обширни перфорации (Komet, Gebr. Brasseler, Germany). Два допълнителни зъба със затворена пулпна камера

и без перфорации са използвани за негативна контрола, за да се види СЕМ-образа на дентина в тази зона. Зъбите са разделени на 9 групи по 10 броя на случаен принцип. Зоната на перфорациите е почистена с натриев хипохлорит 2,6% (Dentsply, France) и кислородна вода 3% и подсушена.

Създаване на силиконов модел за симулация на условия, близки до клиничните. Двуслойна тясна ивица от марля с дължина 4 см е поставена във фуркацията така, че краищата ѝ да излизат към оклузално. След това корените на зъбите са включени в блокчета от Stomaflex solid (Spofa Dental). След внимателното им изваждане от втвърдения солид, в ямките в солида е нанесен Stomaflex light (Spofa Dental) за имитация на периодонциум и зъбите са върнати отново на същите места в блокчетата. Непосредствено преди процедурата краищата на марлята са навлажнени с физиологичен разтвор, за да се осигури влажност за апикалната повърхност на запечатващия материал (Фиг. 1 а,б).

Запечатване на перфорациите. Перфорациите са запечатани по групи със следните материали:

- Група 1 - бял ProRoot MTA (Dentsply, Maillefer, Swisse)
- Група 2 - сив MTA-Angelus (Angelus Brazil)
- Група 3 - бял MTA-Angelus (Angelus Brazil)
- Група 4 – Aureoseal (G. Ogna e Figli, Italia)
- Група 5 – BioAggregate (IBC, Canada)
- Група 6 - Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France)
- Група 7- Бял Портланд цимент (Titan cement CEM I 52,5N) (Златна Панега)
- Група 8- Сив Портланд цимент (Titan cement CEM II/B-L 32,5 R) (Златна Панега)

- Група 9 - Fuji VIII (модифициран глас-йономерен цимент) (GC, Japan)
- Група 10 – негативна контрола

Калциево-силикатните цименти са подготвени съобразно инструкциите на производителите в съотношение прах/течност 3:1 върху стъклена плочка, като само капсулите на Biodentine са подготвени в амалгамобъркачка Amalga Mix 2 (Gnatus, Brazil) за 30 сек. при 4000-4200 оборота. Всички КСЦ са аплицирани с амалгамоносач и обратен шпатул от един клиницист. Кондензирани са с малки щопфери за амалгама до ръба на перфорацията. След отстраняване на излишните коричества от пода на пулпната камера върху материалите е поставен памучен тупфер с физиологичен разтвор за осигуряване на допълнителна влажност за втвърдяването им, съобразно препоръките на Torabinejad (Schwartz, Torabinejad/Hong-95/7) и кавитетите са затворени с временен материал Coltosol F (Coltene, Whaledent, Swuise) за 24 ч., като през този интервал от време ивицата марля, опасваща фуркацията, е поддържана влажна. След втвърдяването на КСЦ на зъбите са поставени дефинитивни обтурации от химиополимер Charisma PPF Assortment (Heraeus Kulzer, Germany).

Капсулите на Fuji VIII са подготвени с амалгамобъркачка (Amalga Mix 2, Gnatus, Brazil) за 30 сек. при 4000-4200 оборота и са аплицирани с шприца-пистолет (GC, USA). Непосредствено след това в кавитетите са поставени дефинитивните обтурации. След това всички зъби са освободени от силиконовите модели и поставени в затворен съд за 24 ч. при 100% влажност в термостат.

Сканираща електронна микроскопия (СЕМ)

Зъбите са срязани надлъжно през средата на запечатващия материала с фисурни турбинни диамантени борери (837L, Axis-dental, Swiss). Срезните повърхности са изравнени с диамантени сепаратори (РНМ, БГ). Готовите образци са промити с дестилирана вода и подсушени на филтърна хартия. После са покрити с вакуумно разпрашено злато с дебелина ~2000 А и обследвани със SEM Philips 25 kv на различни увеличения: от х25 до х6000. Увеличението х2000 бе намерено за най-подходящо за измерване ширината на микропроцепа в граничната зона материал/дентин.

За всеки образец са направени по 4 скенограми от различни зони на процепа (Фиг. 2). Измерването е направено върху хартиен носител в мм, в 4 точки на всяка скенограма, общо в 16 точки за образец, респективно в 160 точки за група (Фиг. 3). Данните са преизчислени от мм в μm по просто тройно правило с точност 0,01 μm, като е известно, че дължината на една маркиращата отсечка съответства на 10 μm.

Статистически методи. Данните са въведени и обработени със статистически пакет IBM SPSS Statistics 19.0. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, е избрано $p<0,05$. Приложени са следните методи: 1. Дескриптивен анализ - за изчисляване на средните стойности на ширината на процепа със стандартните им грешки, доверителни интервали и стандартни отклонения. 2. Графичен анализ (box plots диаграма). 2. Тест на Shapiro-Wilk за проверка вида на разпределението при малки извадки. 3. Т-тестове - за сравняване на някалко независими извадки.

Метод по Задача 2.2. Сравнение на микропроницаемостта при различни калциево-силикатни цименти в условия на симулирани фуркационни перфорации.

Критерии за включване. В това изследване са използвани 72 екстрахирани горни и долни молара с подходяща коренова анатомия и без значими коронарни дефекти. ***Критерии за изключване:*** молари с разрушена клинична корона и такива със слети корени или много тясна фуркационна зона.

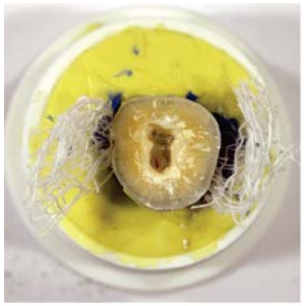
Предварителната подготовка на моларите е напълно идентична с тази от Задача 2.1. Зъбите са разделени на 7 групи по 10 броя на случаен принцип. Два допълнителни зъба със затворена пулпна камера и без перфорации са използвани за негативна контрола, за да се установи има ли проникване на багрило през дентиновите канали във фуркацията. За симулация на условия, близки до клиничните, е използван описаният вече силиконов модел на работа.

Перфорациите са запечатани по групи със следните материали:

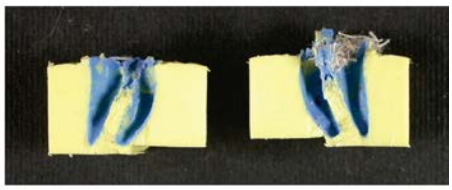
- Група 1 - бял ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa Dental Specialties)
- Група 2 - сив MTA-Angelus (Angelus Brazil)
- Група 3 - бял MTA-Angelus (Angelus Brazil)
- Група 4 – Aureoseal (G. Ogna e Figli, Italia)
- Група 5 – BioAggregate (IBC, Canada)
- Група 6 - Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France)
- Група 7 - Fuji VIII (модифициран глас-йономерен цимент) (GC, Japan)

Група 8 – негативна контрола

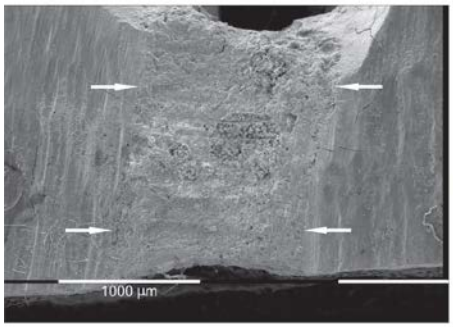
Начините на подтоговка на КСЦ, аплициране и кондензация, както и поставнето на дефинитивните обтурации, също са идентични с методите, използвани в Задача 2.1. След освобождаването им от силиконовите модели всички зъби са поставени в затворен съд за 24 ч.



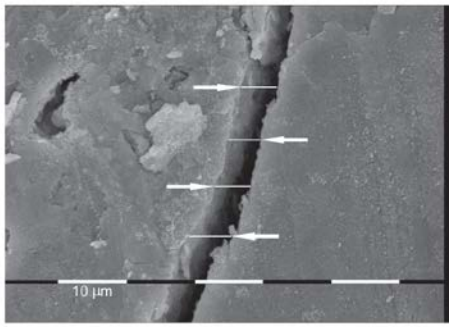
Фиг.1а. Силиконов модел за изследване на фуркационни перфорации



Фиг.1б. Силиконовият модел в разрез



Фиг. 2. Основна скенограма за всеки образец (x40), с подбрани 4 точки за по-голямо увеличение (стрелки)



Фиг. 3. Една от четирите скенограми (x2000), на които са направени измервания в 4 точки (стрелки).

при 100% влажност в термостат. Покрити са изцяло с лак, с изключение зоната на материала във фуркацията, и са потопени в 0,2% разтвор на родамин Б (Rhodamine B) за 72 часа при 37^{o}C. След това образците са промити изобилно на течаща вода за един час и срязани надлъжно във вестибуло-лингвална посока през средата на запечатващия материала с фисурни турбинни диамантени борери (837L, Axis-dental, Swiss). Срезните повърхности са изравнени с диамантени сепаратори (РНМ, БГ).

Проникването на багрилото е установено на стереомикроскоп LEICA SG (Deutschland) с падаща светлина и увеличение x4. С апарат Comparameter (Carl Zeiss, Jena, Deutschland) са измерени двустранно микропроницаемостта и дължината на съответната дентинова стена с точност до 0,05 мм. Изчислено е и процентното съотношението между двете измервания. За окончателно измерване на всеки образец е приемана стойността за стената с по-висок процент.

Статистически методи. Данните са въведени и обработени със статистически пакет IBM SPSS Statistics 19.0. За ниво на значимост, при

което се отхвърля нулевата хипотеза, е избрано $p<0,05$. Приложени са следните методи: 1. Дескриптивен, вариационен и графичен анализ. 2. Тестове на Kolmogorov-Smirnov и Shapiro-Wilk за проверка вида на разпределението. 3. Kruskal-Wallis H тест за сравняване на няколко независими извадки. 4. U тест на Mann-Whitney за две извадки.

Методи по Задача 3. Сравнително иследване на някои важни физични качества на калциево-силикатните цименти, които имат отношение към херметизма им на запечатване:

Метод по задача 3.1. Сравнение на въздействието на симулирани тъканни течности върху микротвърдостта на калциево-силикатни цименти.

В това изследване са включени 4 калциево-силикатни цимента, които са разпределени в 8 групи по 10 образеца. Микротвърдостта по Berkovich е изследвана след престой на образците в симулирани тъканни течности в два времеви интервала: четири групи, по една от всеки цимент - на 24-я час, а останалите 4 групи – на 30-я ден:

- 1 група - Бял ProRoot MTA (Dentsply, Maillefer, Swisse) – 24-и час
- 2 група – Сив MTA-Angelus – 24-и час
- 3 група - BioAggregate (IBC, Canada) – 24-и час
- 4 група - Biodentine (Septodont, France) – 24-и час
- 5 група - Бял ProRoot MTA (Dentsply, Maillefer, Swisse) – 30-и ден
- 6 група – Сив MTA Angelus –30-ти ден
- 7 група - BioAggregate (IBC, Canada) - 30-и ден
- 8 група - Biodentine (Septodont, France) - 30-и ден

Материалите са кондензирани в 80 броя полиетиленови цилиндрични форми с вътрешен диаметър 5 мм и височина 3 мм. Всички калциево-силикатни цименти са подготвени съобразно инструкциите на

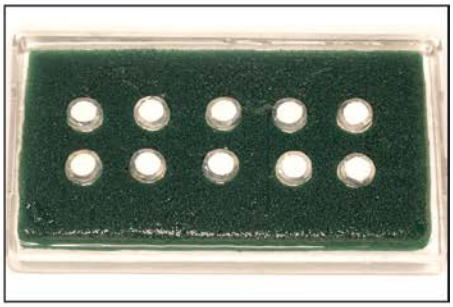
производителите. ProRoot MTA, MTA-Angelus и BioAggregate са размесени ръчно с дестилирана вода върху гладката страна на стъклена плочка, като съотношението прах/течност е 3:1. Капсулите на Biodentine са подготвени в амалгамобъркачка Amalga Mix 2 (Gnatus, Brazil) за 30 сек. при 4 000-4200 оборота. Полиетиленовите цилиндрични форми са поставени върху стъклена плочка, която послужи за тяхна основа. Циментите са аплицирани с обратен шпатул и са кондензирани с щопфер за амалгама до леко пренапълване. Излишъкът от материал от горната им страна е отстранен и повърхността е загладена с предметно стъкло (Фиг. 4). Върху тази повърхност за 4 часа е поставен памучен тупфер с физиологичен разтвор, който да осигури необходимата допълнителна влажност за нормално протичане на процеса на хидратация и втвърдяване.

След това, с цел имитиране на клинични условия, образците са едностранно поставени в материал за аранжиране на цветя Oasis Floral foam (Smithers-Oasis company), напоен със симулирана тъканна течност (СТТ) (Merck, Germany). Нейният йонен състав и pH са близки до тези на кръвния серум (съдържа NaCl, KCl, Na_2HPO_4 и KH_2PO_4, с pH 7,4) (Фиг. 5). Горната повърхност на образците е оставена свободна от контакт с течностите. Така приготвените образци са поставени в затворен съд при t^o 37^{o}C в термостат.

На 24-я час образците от първите четири групи са извадени от течността, внимателно изплакнати на течаща вода и подсушени върху филтърна хартия. След това са фиксирани върху метални цилиндри и потопената в СТТ повърхност е изравнена и полирана на микротом Leika (Singapore) със статичен стъклен нож (Фиг. 6). Микротвърдостта на материалите е измерена по метода на Berkovich с апарат UNMT (Bruker, USA) за нано- и микроиндентация, комбиниран с атомно-силов



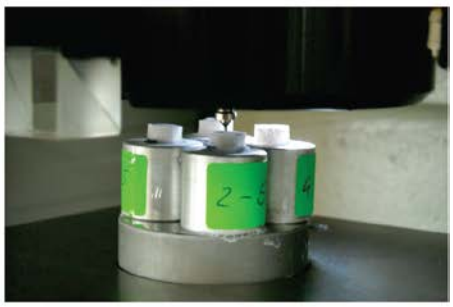
Фиг. 4. Полиетиленови цилиндрични форми, в които са кондензирани материалите



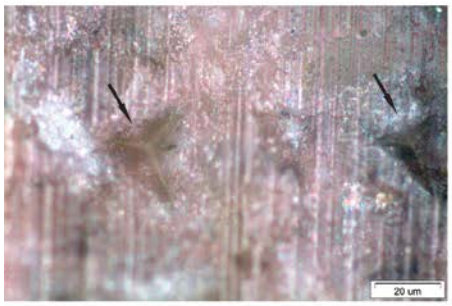
Фиг. 5. Образците поставени във Floral foam, напоен със симулирани тъканни течности



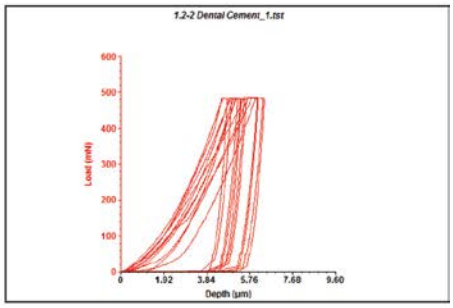
Фиг. 6. Полиране на образците с микротом и стъклен нож



Фиг. 7. Индентация по Berkovich



Фиг. 8. Следа от индентора, оставена върху материала



Фиг. 9. Графика на кривите „натоварване-дълбочина" за 12 индентации при всеки един образец

микроскоп (Фиг. 7). Работната част на индентора представлява диамантена тристенна пирамида.

Процесът на индентация включва няколко последователни действия: проникване на индентора в материала до достигане на максимално натоварване от 500 mN, задържане на това натоварване върху пробата за 10 сек., разтоварване до 10% от натоварването, задържане 15 сек. и накрая отпускане на индентора до излизането му от повърхността на материала. На повърхността му остава белег с три ръба (Фиг. 8). За всеки образец са направени по 12 измервания през 0,08 мм

отстояние (Фиг. 9). Процесът е компютъризиран (програма UNMT Viewer) и средната стойност се изчислява автоматично на база записа от дълбочината на проникване и площта на следата в мерни единици HB (гигапаскали). След това е изчислена и средната стойност на микротвърдостта на материалите за всяка група.

Образците от останалите 4 групи (5 - 8 група) са съхранявани при същите условия за срок от 30 дни, като СТТ е сменявана всеки ден. След изваждането им от нея и при тях са направени описаните изследвания.

Статистическа обработка на резултатите. Данните са въведени и обработени със статистически пакет IBM SPSS Statistics 19.0. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, е избрано $p<0,05$. Приложени са следните методи: 1. Дескриптивен анализ за изчисление на средните стойности, стандартните им грешки, стандартните им отклонения, доверителните интервали на средните и минималните и максимални стойности на микротвърдостта на материалите. 2. Графичен анализ. 3. Тестове на Kolmogorov-Smirnov и Shapiro-Wilk за проверка на хипотези за различия на разпределенията на изучаваните извадки от нормалното разпределение. 4. Тестове на Wilcoxon и Mann-Whitney за сравняване на извадки.

Метод по задача 3.2. Сравнително изследване на разтворимостта на калциево-силикатните цименти.

В това изследване са включени пет калциево-силикатни цимента:

Група 1 - бял ProRoot MTA (Dentsply, Maillefer, Swisse)
Група 2 - сив MTA-Angelus (Angelus, Londrina, Brazil)
Група 3 - бял MTA-Angelus (Angelus, Londrina, Brazil)
Група 4 - BioAggregate (IBC, Canada)
Група 5 - Biodentine (Septodont, France)

От всички материали е използвана по една опаковка от 1 г, с изключение на Biodentine, при когото са подготвени 2 капсули от 0,7 г, но са използвани 1,5 капсули, за да е близко теглото му до 1 г. Изготвени са ”таблетки” като КСЦ са кондензирани в полиетиленови цилиндрични форми с вътрешен диаметър 15 мм и височина 4 мм. Те са подготвени съобразно препоръките на производителите. MTA ProRoot, MTA-Angelus и BioAggregate са размесени ръчно с дестилирана вода върху гладката страна на стъклена плочка, като съотношението прах/течност е 3:1. Капсулите на Biodentine са подготвени в амалгамобъркачка Amalga Mix 2 (Gnatus, Brazil) за 30 сек. при 4000-4200 оборота.

Полиетиленовите цилиндрични форми са поставени върху стъклена плочка, която послужи за тяхна основа. Циментите са аплицирани с шпатул и обратен шпатул и са кондензирани с щопфер за амалгама до леко пренапълване. Повърхността е загладена с предметно стъкло (Фиг. 1). Върху тази повърхност за 4 часа е поставена напоена с физиологичен разтвор марля, за да се осигури необходимата допълнителна влажност за нормално протичане на процеса на хидратация и втвърдяване.

Образците са оставени в десикатор за 3 дни, за да се изпари излишната влага и да достигнат постоянното си тегло. Теглото им е измерено с везна Sartorius с точност до 0,0001 г. Измерено е теглото на празни огнеупорни керамични тигели и след това в тях са потопени таблетките в 20 мл дестилирана вода за 28 дни. След това образците са извадени от течността, а тя е изпарена в пещ на температура под точката на кипене. Теглото на тигела с остатъчното сухо вещество е измерено с везната. От него се изважда теглото на празния тигел. Разтворимостта е изчислена в проценти като теглото на сухото вещество (Т) е разделено на първоначалното тегло на образците и умножено по 100:

$$P = \frac{T_{разтворено\ вещество} \times 100}{T_{таблетка}}$$

Статистически методи. Данните са въведени и обработени със статистически пакет IBM SPSS Statistics 19.0. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, бе избрано $p<0,05$.

Приложени са следните методи: 1. Дескриптивен анализ – при представяне в табличен вид на честотното разпределение на изследваните групи редки анатомични вариации. 2. Алтернативен анализ – за сравняване на относителни дялове.

Метод по задача 4. Изследване на оздравителния процес при клинично възстановяване на ендодонтски перфорации с различни калциево-силикатни цименти.

Подбрани са 40 случая с ендодонтски перфорации с диаметър до 1 мм и различна локализация – фуркационни (21 случая), латерални (13 случая) и апикални (6 случая). Според вида на зъбите перфорациите са при молари (24 случая), при премолари (7 случая) и при фронтални зъби (9 случая). От 13 латерални перфорации 11 са по медиални коренови новърхности, а 2 – по дистални. Диагнозите на лекуваните случаи са различни, съобразно наличието или отсъствието на периапикални интеррадикуларни или перирадикуларни лезии. Разделени са на 4 групи по 10 съобразно използвания материал за възстановяване:

Група 1 –MTA ProRoot бял

Група 2 – Angelus MTA сив

Група 3 – Bioaggregate

Група 4 – Biodentine

Броят на видовете перфорации по групи е както следва: при бMTA ProRoot – 5 фуркационни, 3 латерални и 2 апикални; при cAngelus MTA – 6 фуркационни, 2 латерални и 2 апикални; при Bioaggregate – 5 фуркационни, 4 латерални и една апикална; при Biodentine – 5 фуркационни, 4 латерални и една апикална.

При клиничното възстановяване на перфорациите в повечето случаи най-напред е запечатана перфорацията, а после е довършено ендодонтското лечение (32 случая). В останалите случаи клиничният протокол е в обратна последователност. При къси корени в съседство с перфорацията целият коренов канал е обтуриран с КСЦ.

Резултатът от възстановяването на ендодонтски перфорации се отчита по следните клинични и рентгенографски критерии: отсъствие на оплаквания и патологични промени (спонтанна или перкуторна болка, абсцес, фистула, едем, пародонтален джоб) в пародонталните и меките тъкани по съседство на възстановената перфорация, нормална рентгенографска структура на алвеоларната кост и периодонциума, оздравяване на регистрираните перирадикуларни лезии и отсъствие на

нови такива (коренова и костна резорбция, периапикални, латерални или интеррадикуларни лезии, ендо-пародонтални лезии, вертикални фрактури) (Main, Mente-09, Mente-10).

Оздравителният резултат е проследен за период от две години.

Статистически методи. Приложени са следните методи: 1. Дескриптивен анализ – при представяне в табличен вид на честотното разпределение на изследваните групи. 2. Алтернативен анализ – за сравняване на относителни дялове.

Методи по задача 5. Проучване на различните аспекти за превенция на ендодонтските перфорации.

Метод по задача 5.1. Изследване на честотата на по-редките анатомични вариации на моларите при българското население по видове и групи зъби.

Критерии на включване. За период от 16 години са изследвани общо 1280 клинични случая на молари при пациенти от български произход, на които в по-голямата част е провеждано ендодонтско лечение. Включени са също и 12 случая без лечение, открити на рентгенови снимки, при които има ясен образ на две от анатомичните вариации – свръхброен корен и еднокоренов молар с един канал. ***Критерии на изключване:*** случаи с недоизяснена анатомия на корено-каналната система и такива със съмнения за неоткрити или облитерирали коренови канали.

Броят на случаите е разпределен по групи зъби както следва: първи горен молар (M1 sup) – 260 бр., втори горен молар (M2 sup) – 210 бр., трети горен молар (M3 sup) – 90 бр., първи долен молар (M1 inf) –

340 бр., втори долен молар (M2 inf) – 260 бр., трети долен молар (M3 inf) – 120 бр.

Използваните методи са директен клиничен оглед на пулпната камера и рентгенографски метод. При клиничното изследване на пода на пулпната камера и търсенето на орифициуми при необходимост са използвани инструменти Micro-Openers №10-15 (Dentsply Maillefer), които съчетават възможностите на сонда и на К-пила и могат да се огъват, уверичително дентално огледалце (Hu Friedy, Europe) и призматична увеличителна лупа Labo-clip (x2,5) (Eschenbach, Deutchland). Основно са използвани интраорални ретроалвеоларни рентгенографии по техниката на бисектрисата. При случаи, суспектни за необичайна анатомия са правени допълнителни рентгенографии в проекция на Walton, с хоризонтално отклонение на централния лъч от 20^{o}.

Установените аномалии бяха систематизирани в следните групи:

1. С-образен канал и корен

2. Еднокоренов молар (с един-единствен канал)

3. Молар със свръхброен корен

4. Два коренови канала

5. Тауродонтизъм

6. Три коренови канала в един от корените на моларите

Като рентгенографски критерий за търсене на свръхброен канал (СБК) е прието описаното от Walker и Quackenbuch явление на пресичане на слабите сенки, които очертават пулпното и периодонталното пространство на двата суперпонирани корена (Walker). За еднокоренов е приеман само молар, при който се установява един-единствен канал и клинично и рентгенографски в различни проекции. Приемано е, че каналите са само два в случаите, когато всеки един от

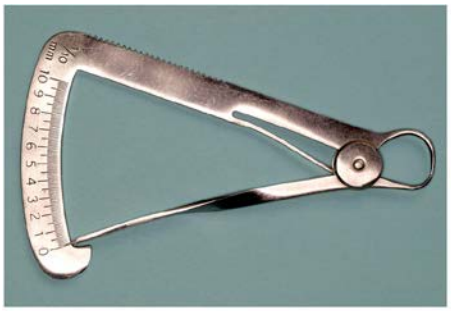
двата орифициума и канала е разположен централно на корена и трети КК не се открива при рентгенография с хоризонтално отклонение на лъча.

Статистически методи. Данните са въведени и обработени със статистически пакет SPSS 19.0. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, бе избрано $p<0,05$. Изчислена е честотата на всяка от тези вариации в проценти спрямо броя на зъбите от всеки вид молар и спрямо общия брой молари. Освен това е изчислена честотата на общия брой вариации, регистрирани при всеки вид молар, както и спрямо общия брой молари.

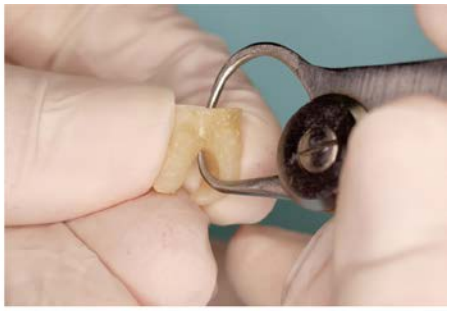
Приложени са следните методи: 1. Дескриптивен анализ – при представяне в табличен вид на честотното разпределение на изследваните групи редки анатомични вариации. 2. Графичен анализ (секторна диаграма) – за визуализация на резултатите. 3. Кростабулация – за търсене на взаимовръзки между различните категорийни признаци. 4. Алтернативен анализ – за сравняване на относителни дялове.

Метод по задача 5.2. Установяване на средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркацията на моларите.

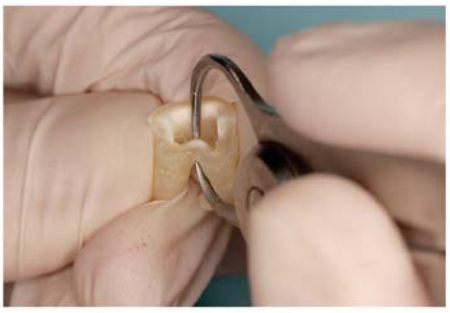
Критерии на включване. В това изследване са използвани 110 горни и долни молари без проведено ендодонтско лечение и добре изразена фуркация, в това число 40 горни и 70 долни молара. ***Критерии на изключване:*** молари със сливане на корените или тясна фуркация,



Фиг. 10. Дебеломер за метал



Фиг. 11. Измерване дебелината на фуркацията



Фиг. 12. Позиция на дебеломера при измерването на фуркацията, визуализирана с допълнителен срез

както и такива със засегната фуркация от кариозни или резорбтивни процеси.

Короната на зъбите е редуцирана хоризонтално, близо до нивото на емайло-цементната граница. Пулпната камера е почистена с натриев хипохлорит 2,6% (Dentsply France) и 3% р-р на кислородна вода. Измерването на дебелината на ТЗТ във фуркацията е извършено с дебеломер за метал (Famous) с точност до 0,05 мм (Фиг.10). Този инструмент има две извити обхващащи рамена, които оформят кръг и са свързани с дъговидна мерителна скала. Рамената на инструмента са позиционирани така, че контактната повърхност на по-дългото от тях да попадне в средата на пода на пулпната камера, а на по-късото - в най-коронарната точка на радикуларната повърхност на фуркацията (Фиг. 11 и Фиг. 12).

Статистически методи. Данните са въведени и обработени със статистически пакет IBM SPSS Statistics 19.0. Изчислена е средната стойност на вертикалното измерение на фуркацията отделно при горни и

долни молари и общо за всички молари. Приложени са следните методи: 1. Тестове на Kolmogorov-Smirnov и Shapiro-Wilk за изследване на разпределенията. 2. Т-тестове за сравняване на извадките за статистически значима разлика между тях. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза, е избрано $p<0,05$. 3. Графичен анализ (диаграма тип box-plot) - за онагледяване на резултатите.

5. РЕЗУЛТАТИ

Резултати по Задача 1: Изследване на честотата и разпределението на ятрогенните перфорации по видове и групи зъби, локализация, повърхности и етиология.

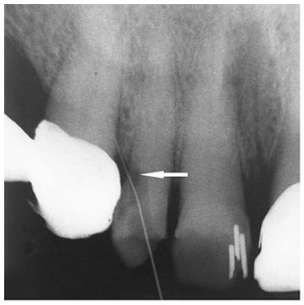
Резултатите от изследването са представени на Таблици 1-6 и на Фиг. 13- 22. От 2460 клинични случая с ендодонтско лечение, при 132 пациента са регистрирани 137 случая с перфорации. От общия брой случаи с перфорации (n=137) 72,99% са **ятрогенни**, 24,82% са в резултат на кариозни лезии и 2,24% са поради резорбтивни процеси. Общият брой случаи с ятрогенни перфорации е 100, но броят на самите ятрогенни перфорации е 106, тъй като при някои случаи са регистрирани повече от една перфорация.

Измежду всички ендодонтски случаи (N=2460) 100 броя **(4,06%) са с ятрогенен произход**, 34 (1,38%) са причинени от кариозни лезии, а 3 (0,12%) са резултат от резорбтивни процеси. (Фиг. 22) (Табл. 1).

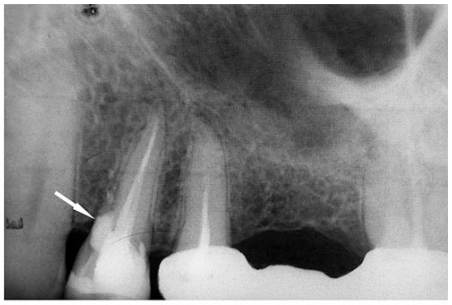
Таблица 1: Разпределение на перфорациите по видове и като процент от общия брой ендодонтски случаи

Брой и % Перфорации видове	**Перфорации N= 137**	**%**	**Sp**	**ЕД-лечения N=2460**	**%**	**Sp**
Ятрогенни	100	**72,99**	3,79	100	**4,07**	0,40
От кариозни лезии	34	24,82	3,69	34	1,38	0,24
От резорбтивни процеси	3	2,19	1,25	3	0,12	0,07
Общо перфорации	137	100%		137	5,57	0,46

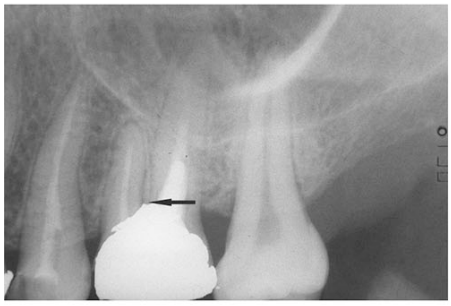
** Sp – стандартна грешка*



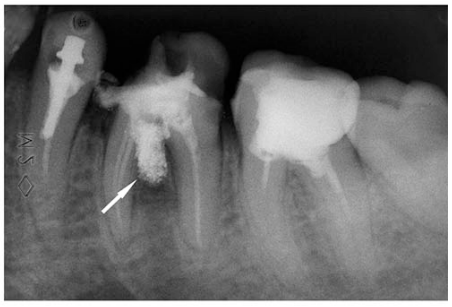
Фиг. 13а. Цервикална перфорация - дистално на 12



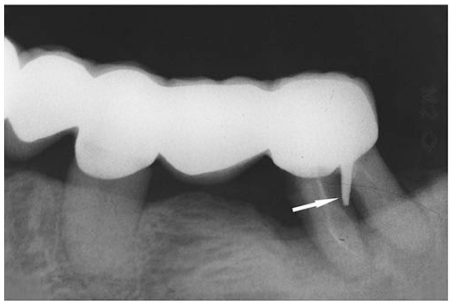
Фиг. 13б. Цервикална перфорация - медиално на 24



Фиг. 14а. Фуркационна перфорация на 16 (С-образен корен)



Фиг. 14б. Фуркационна перфорация на 36 – калциево-фосфатна керамика като вътрешна бариера



Фиг. 14в. Фуркационна перфорация на 37– радикуларен щифт в интеррадикуларното пространство



Фиг. 14г. Две фуркационни перфорации на 36



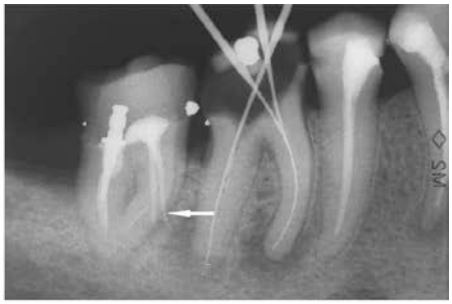
Фиг. 15. Лентовидна перфорация на 36 (strip)



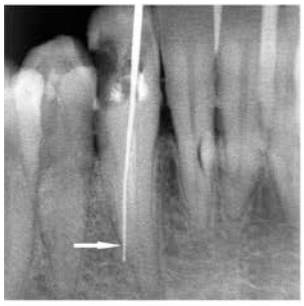
Фиг. 16. Латерална перфорация на 23 – коронарна коренова трета



Фиг. 17а. Латерална перфорация на 13 – средна коренова трета



Фиг. 17б. Латерални перфорации на 47 – средна коренова трета



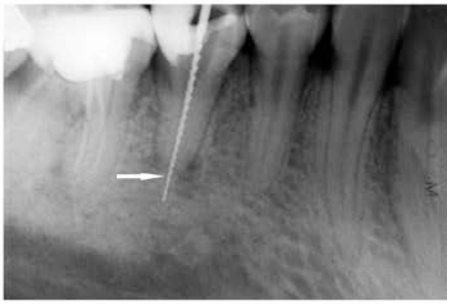
Фиг. 18а. Латерална перфорация на 43 – апикална коренова трета



Фиг.18б. Латерална перфорация на 36 – апикална коренова трета



Фиг. 18в. Латерална перфорация на 26 – апикална коренова трета



Фиг. 19. Апикална перфорация на 45 с периапикални изменения като усложнение



Фиг. 220. Перфорация на кореновата стена на 37 в резултат на резорбция



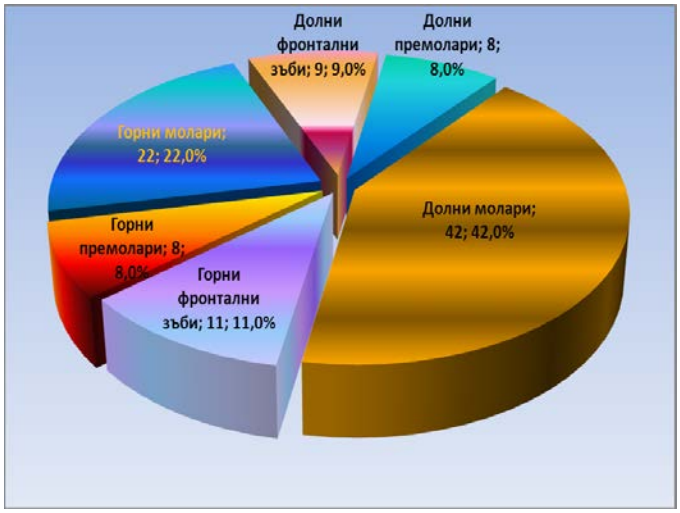
Фиг. 21. Прекомерно разширен ендодонтски кавитет при еднокоренов молар - 27

Разпределението на случаите с ятрогенни перфорации (n=100) **по видове зъби** е следното: най-често е засегнат първия долен молар в 27%, а след него в равни съотношения – първия горен молар и втория долен молар с по 15% (Табл. 2). Като групи зъби най-често перфорации са регистрирани при долните молари – 42%, на второ място са горните молари, с почти два пъти по-ниска честота – 22%, и на трето място – горните фронтални зъби в 11% (Фиг. 22). При третите молари перфорации не са намерени. Честотата на перфорациите при долната челюст е по-висока (59%) от тази при горната (41%).

Таблица 2: Разпределение на ятрогенните перфорации по брой и видове зъби (n=100)

Брой и % / Видове зъби	N	%	Sp
Горни централни резци	6	6,00	2,37
Горни латерални резци	2	2,00	1,40
Горни канини	3	3,00	1,71
Горни първи премолари	7	7,00	2,55
Горни втори премолари	1	1,00	0,99
Горни първи молари	15	**15,00**	3,57
Горни втори молари	7	7,00	2,55
Горни трети молари	0	0,00	
Долни централни резци	1	1,00	0,99
Долни латерални разци	6	6,00	2,37
Долни канини	2	2,00	1,40
Долни първи премолари	4	4,00	1,96
Долни втори премолари	4	4,00	1,96
Долни първи молари	27	**27,00**	4,44
Долни втори молари	15	**15,00**	3,57
Долни трети молари	0	0,00	

** Sp – стандартна грешка*



Фиг. 22: Разпределение на ятрогенните перфорации по групи зъби (n=100)

Съобразно **локализацията** на засегнатите анатомични зони на зъбите от ятрогенни перфорации (n=106) най-често е ангажирана фуркацията - в 46,23%, като в 40,57% перфорациите са директни (Фиг. 14а-г), а в 5,60% - лентовидни (Фиг. 15). Латералните коренови перфорации са общо 35,84%, като 14,15% са в коронарната трета на корените, 15,09% - в средната трета, а 6,60% - в апикалната им трета (Фиг.16-18). Цервикалните перфорации са 10,38% (Фиг. 13 а,б), а апикалните – 7,54% (Фиг. 19) (Таблица 3).

Таблица 3. Разпределение на ятрогенните перфорации по брой и според локализацията им (n=106)

Брой и % / Локализация на перфорациите	N	%	Sp
Цервикални	11	10,38	2,96
Фуркационни – директни	43	**40,57**	4,77
Фуркационни – лентовидни	6	5,66	2,24
Латерални – коронарна трета наКК	15	**14,15**	3,39
Латерални – средна трета на КК	16	**15,09**	3,48
Латерални – апикална трета на КК	7	6,60	2,41
Апикални	8	7,55	2,57
Общо	106	100,00	

** Sp – стандартна грешка*

В случаите, когато са **засегнати коренови и цервикални повърхности** (n=57), перфорациите основно са по медиалните повърхности – 71,93%, което е със статистически значима разлика от всички останали повърхности. Дисталните повърхности са засегнати в 21,06%, а вестибуларните и лингвалните повърхности – едва в 5,26% и 1,75%. Медиалните повърхности на медиалните корени на долните молари са ангажирани най-често – 19,30%, следвани от медиалните повърхности на дисталните им корени – 14,03% (Таблица 4).

Таблица 4: Разпределение на цервикалните, латерални и някои фуркационни перфорации според ангажираните повърхности (n= 57) и по групи зъби

Повърхности / Групи зъби	V повърхност		L Повърхност		M повърхност		D повърхност	
	N	**%**	**N**	**%**	**n**	**%**	**N**	**%**
Горни фронтални	-	-	-	-	5	8,77	-	-
Горни премолари	-	-	-	-	2	3,50	1	1,75
Горни молари								
MV-корен	-	-	-	-	1	1,75	-	-
DV-корен	-	-	-	-	-	-	1	1,75
P-корен	-	-	-	-	1	1,75	-	-
Долни фронтални	1	1,75	1	1,75	3	5,26	1	1,75
Долни премолари	1	1,75	-	-	3	5,26	3	5,26
Долни молари								
M-корен	-	-	-	-	11	19,30	2	3,50
D-корен	-	-	-	-	8	14,03	1	1,75
Цервикална зона	1	1,75	-	-	7	12,28	3	5,26
Общо повърхности	**3**	**5,26[a]**	**1**	**1,75[a]**	**41**	**71,93[b]**	**12**	**21,05[c]**

**V- вестибуларен, L - лингвален, M –медиален, D- дистален, P- палатинален*

*** еднаквите букви указват липса на статистически значима разлика, а различните – наличие на такава (p<0,05)*

При случаите с перфорации (n=100) **най-честите съпътстващи усложнения** са следните: непроходими коренови канали – 25%, като в 18% става дума за облитерирали канали, а в 7% за сложно извити канали, периапикални лезии – 18% и лезии в бифуркацията – 15%. Макар и в по-малък процент присъстват и други усложнения: латерални лезии, ендо-пародонтални лезии, втора перфорация и др. (Таблица 5).

Таблица 5: Разпределение на **съпътстващите усложнения при случаите с ятрогенни перфорации (n=100) по брой и вид:**

Брой и % / **Видове усложнения n=100**	**N**	**%**	**Sp**
Облитерирали коренови канали	18	**18,00**	3,84
Криви коренови канали	7	7,00	2,55
Счупен инструмент	2	2,00	1,40
Периапикални лезии	18	**18,00**	3,84
Лезия във фуркацията	15	**15,00**	3,57
Латерални лезии	5	5,00	2,18
Ендо-пародонтални лезии	4	4,00	1,96
Други перфорации	6	6,00	2,37
Комбинация от две усложнения	9	9,00	2,86
Комбинация от три усложнения	5	5,00	2,18
Други (парапулпарен щифт)	3	3,00	1,71

** Sp – стандартна грешка*

Най-много перфорации са допуснати при осигуряване на ендодонтски достъп и търсене на орифициуми - 48,11%, при механична и химична обработка на кореновите канали – 17,92% и при поставяне или отстраняване на радикуларни щифтове – 16,04% (Таблица 6).

Таблица 6: Разпределение на етапите на ендодонтското лечение, според техния брой, при които са допуснати ятрогенни перфорации (n=106)

Брой и % / Етапи на ЕД-лечение n=106	N	%	Sp
Осигуряване на ендодонтски достъп и търсене на орифициуми	51	**48,11**	4,85
МХО на КК	19	**17,92**	3,73
Инструментиране на апикалната зона	7	6,60	2,41
Ендодонтско прелекуване	9	8,49	2,71
Поставяне или отстраняване на РЩ	17	**16,04**	3,56
Поставяне на парапулпарен щифт	3	2,83	1,61
Общо	106	100,00	

** Sp – стандартна грешка*

Резултати по Задача 2. Сравнително проучване на херметизма на запечатване на калциево-силикатните цименти при симулирани фуркационни перфорации:

Резултати по Задача 2.1. Сравнително изследване на маргиналната адаптация (ширината на микропроцепа) на различни калциево-силикатни цименти при симулирани фуркационни перфорации.

Резултатите са представени в Таблица 7 и Фиг. 23-31:

Таблица 7: Разпределение на средните стойности на ширина на микропроцепа, доверителни интервали и стандартни отклонения при 9 материала.

Статистика / Материали	Сред-но	Стд. грешка	95 % ДИ	Стд. откл.	Мин.	Макс.
Angelus white	6.87[a]	0.58	5.56-8.18	1.83	3.72	10.17
Angelus gray	6.37[a]	0.68	4.82-7.93	2.17	3.44	9.89
ProRoot white	5.89[a,b]	0.80	4.07-7.71	2.54	2.90	10.02
Aureoseal	6.25[a,b]	0.84	4.34-8.15	2.66	2.99	11.83
Bioaggregate	**5.62[a,b]**	0.50	4.49-6.75	1.57	2.90	7.64
Biodentine	7.28[a,d]	0.65	5.79-8.76	2.07	3.98	9.93
Portland white	4.02[b,c]	0.68	2.46-5.56	2.16	1.43	7.86
Portland gray	2.53[c]	0.35	1.74-3.33	1.11	1.54	4.69
Fuji VIII	9.37[d]	0.78	7.58-11.45	2.48	6.59	14.09

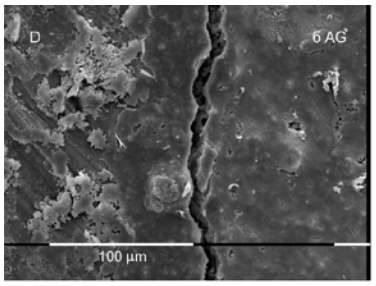
Еднаквите букви показват липса на статистически значима разлика, а различните – наличие на такава при $p<0.05$

Най-ниска средна стойност на микропроцепа е измерена при сивия Портланд цимент (2,53±1,11 μm) (Фиг. 30), а най-висока при Fuji VIII (Фиг. 31) (9,37±2,48 μm). Размерът на микропроцепа се увеличава при материалите в следната последователност:

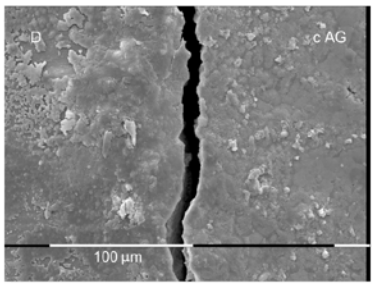
сивПортланд<бялПортланд<Bioaggregate<бялProRoot<Aureoseal<
сивAngelus<бялAngelus<Bidentine<Fuji VIII

Шестте калциево-силикатни цимента са с размер на микропроцепа в интервала 5,62-7,28 μm, като между тях няма статистически значима разлика ($p>0,05$). Измежду тях Bioaggregate показва най-тесен микропроцеп (5,62±1,57 μm) (Фиг. 27), а Biodentine – най-широк (7,28±2,07 μm) (Фиг. 31). Между всички КСЦ от групата и Fuji VIII обаче има значима разлика ($p<0,05$), с изключение на Biodentine, при когото няма такава разлика. От друга страна

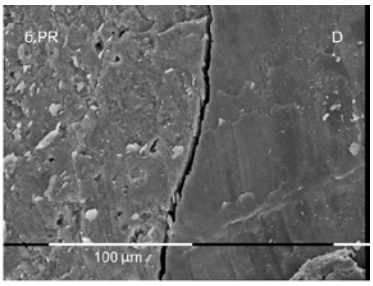
статистически значима разлика съществува между групата и двете



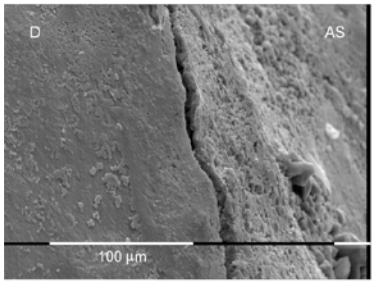
Фиг. 23. Микропроцеп при бял Angelus (x500)



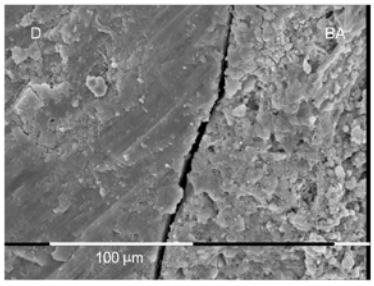
Фиг. 24. Микропроцеп при сив Angelus (x500)



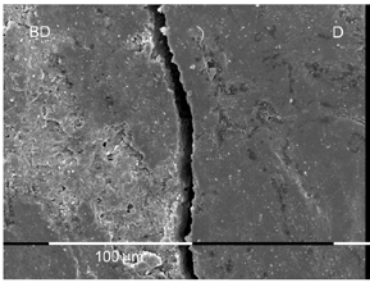
Фиг. 25. Микропроцеп при ProRoot (x500)



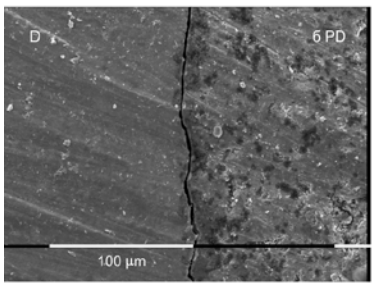
Фиг. 26. Микропроцеп при Aureoseal (x500)



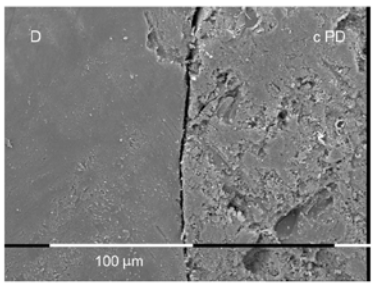
Фиг. 27. Микропроцеп при Bioaggregate (x500)



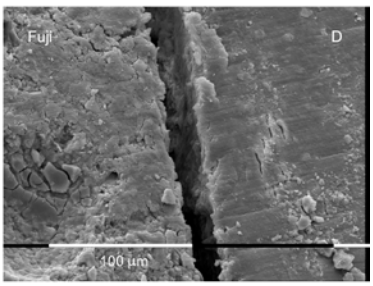
Фиг. 28. Микропроцеп при Biodentine (x500)



Фиг. 29. Микропроцеп при бял Portland цимент (x500)



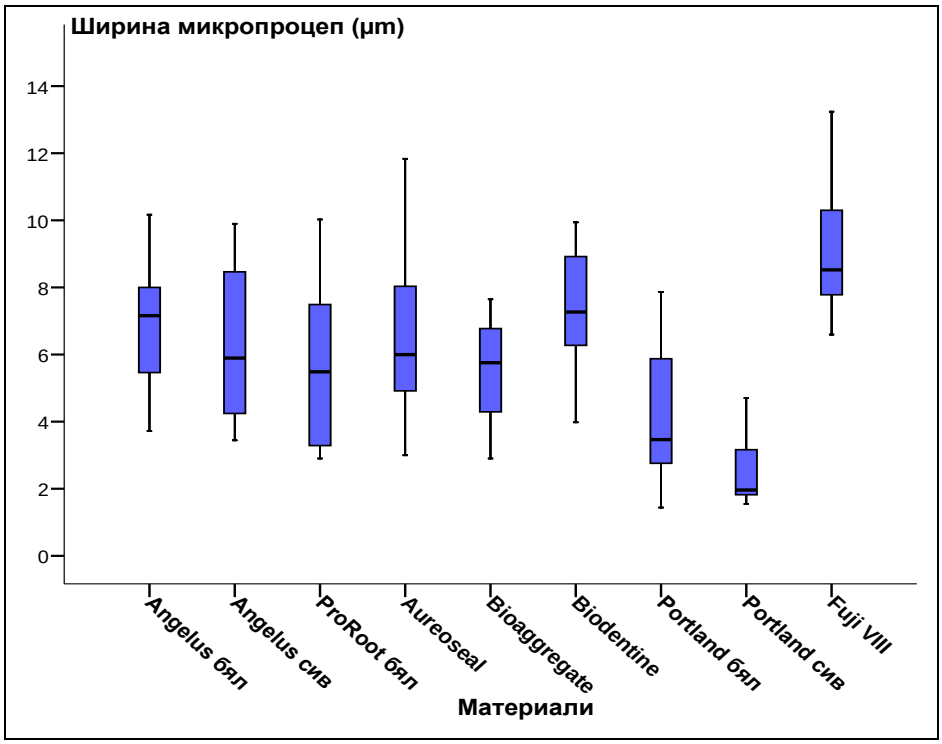
Фиг. 30. Микропроцеп при сив Portland цимент (x500)



Фиг. 31. Микропроцеп при Fuji VIII (x500)

форми на Портланд цимент, които показват най-добра маргинална адаптация.

Biodentine (7,28±2,07 µм) (Фиг. 28) и сивата и бялата форма на Angelus MTA (6,37±2,17 µм и 6,87±1,83 µм) (Фиг.21 и Фиг. 24) показват по-голям микропроцеп в сравнение с новите цименти Bioaggregate и Aureoseal (6,25±2,66 µм), както и с бProRoot MTA (5,89±2,54 µм) (Фиг. 25). Белият Портланд цимент заема междинна позиция (Фиг. 29), в която няма статистически значима разлика със сив Портланд, Bioaggregate, бProRoot и Aureoseal, но има такава между него и двете форми на Angelus, Biodentine и Fuji VIII (Фиг. 31).



Фиг. 32: Box-plots диаграма на доверителни интервали на средните стойности на ширината на микропроцепа, измерени при различните материали.

Резултати по Задача 2.2. Сравнение на микропроницаемостта при разични калциево-силикатни цименти в условия на симулирани фуркационни перфорации

Резултатите от оценката на микропроницаемостта чрез измерване на линейното проникване на багрило в мм и в проценти в различните групи са представени в Таблици 8 и 9 и на Фигури 33-39.

Таблица 8: Разпределение на статистическите показатели на микропроницаемостта (линейно проникване на багрило в мм) според различните групи материали

Статистика / Материали	N	Средно	Стд. грешка	Стд. откл.	Мин.	Макс.
Angelus W	10	1.16[a]	0.43	1.38	0	3.17
Angelus G	10	0.00[bc]	0	0	0	0
ProRoot	10	0.00[bc]	0	0	0	0
Aureoseal	10	0.00[bc]	0	0	0	0
Bioaggregat	10	0.00[bc]	0	0	0	0
Biodentine	10	0.38[a,c]	0.20	0.63	0	1.68
Fuji VIII	10	0.42[ac]	0.29	0.93	0	2.72

** еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлика, а различните - наличие на такава (p<0,05)*

При бял ProRoot, сив Angelus, Aureoseal и Bioaggregate не се наблюдава апикална микропроницемост (Фиг. 34, 35, 36, 37). Проникване на багрило се отчита при бял Angelus – 1,16±1,38 мм (Фиг. 33б), Biodentine – 0,38±0,63 мм (Фиг. 38б) и Fuji VIII – 0,42±0,93 мм (Фиг. 39б), което в проценти от дължината на дентиновата стена е съответно 34,20%, 12,95% и 13,05%. Само при бAngelus се отчита статистически значима разлика с останалите КСЦ (p<0,05). Fuji VIII заема междинно положение между бAngelus от една страна и останалите КСЦ от друга.

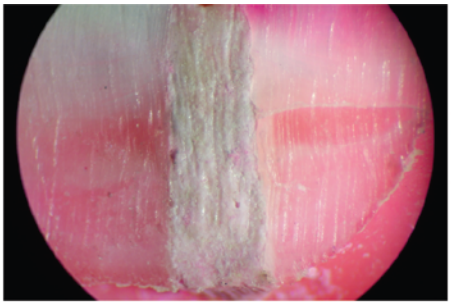
Таблица 9: Разпределение на статистическите показатели на микропроницаемостта (линейно проникване на багрило в %) според различните групи материали

Статистика / Материали	N	Средно	Стд. грешка	Стд. откл.	Мин.	Макс.
Angelus W	10	34.20[a]	15.24	47.22	0	100.00
Angelus G	10	0.00[bc]	0	0	0	0
ProRoot	10	0.00[bc]	0	0	0	0
Aureoseal	10	0.00[bc]	0	0	0	0
Bioaggregate	10	0.00[bc]	0	0	0	0
Biodentine	10	12,95[c]	7,43	23,50	0	69,71
Fuji VIII	10	13.05[c]	8.75	27.69	0	71.96

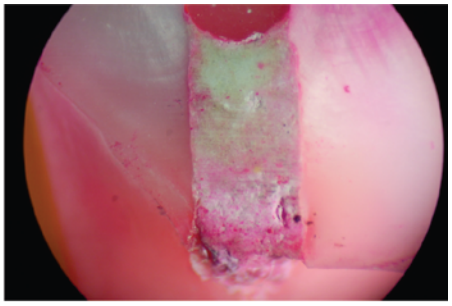
** еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлика, а различните - наличие на такава (p<0,05)*

Макар че обект на това изследване бе апикалната проницаемост, ще отбележим, че при бMTA Angelus, Bioaggregate и Biodentine бе наблюдавано и коронарно проникване на багрило и дифузно оцветяване с родамин във вътрешността на циментите от коронарно към апикално (Фиг. 33б, Фиг. 38б). При три образеца на бAngelus бе регистрирана тотална микропроницаемост, като бе трудно да се определи дали тя е основно с апикален или коронарен произход (Фиг. 33б).

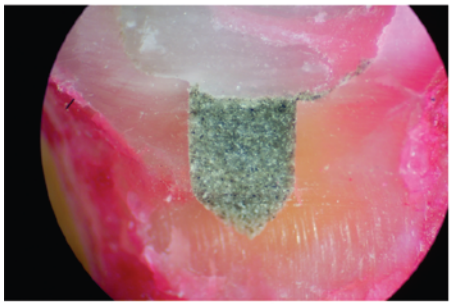
Средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркацията на моларите при шестте групи е представена в Таблица 10. Между сравняваните извадки не съществува статистически значима разлика ($p<0.05$), с което се потвърждава, че материалите са били при равностойни условия.



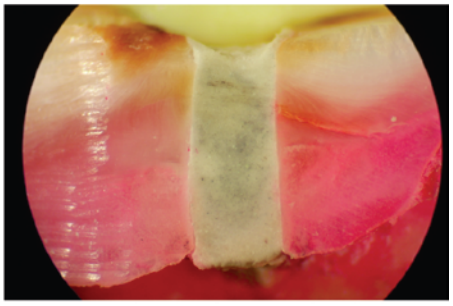
Фиг. 33а. Бял Angelus – без микропроницаемост (х4)



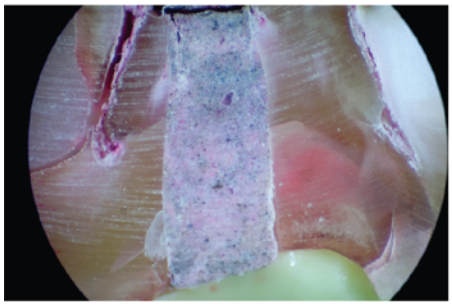
Фиг. 33б. Бял Angelus – с микропроницаемост (х4)



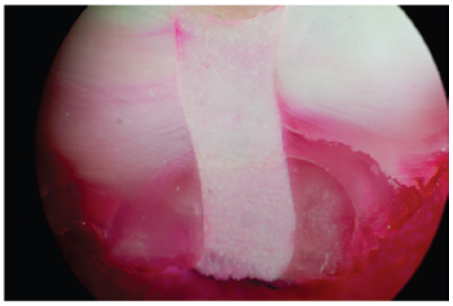
Фиг. 34. Сив Angelus – без микропроницаемост (х4)



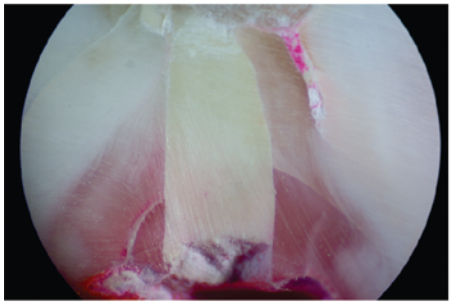
Фиг. 35. Бял ProRoot – без микропроницаемост (х4)



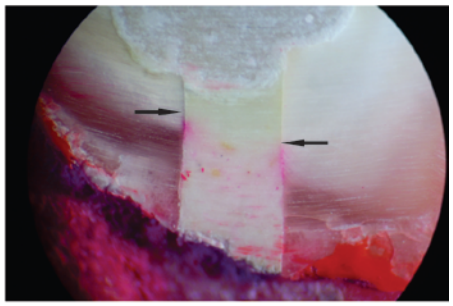
Фиг. 36. Aureoseal – без микропроницаемост (х4)



Фиг. 37. Bioaggregate – без микропроницаемост (х4)



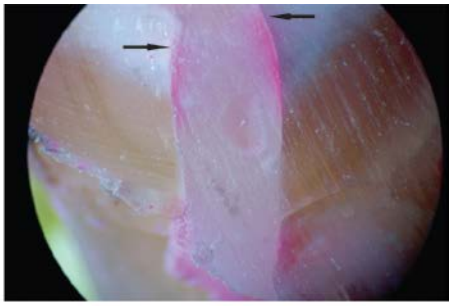
Фиг. 38а. Biodentine - без микропроницаемост (х4)



Фиг. 38б. Biodentine – с микропроницаемост (х4)



Фиг. 39а. Fuji VIII – без микропроницаемост (х4)



Фиг. 39б. Fuji VIII – с микропроницаемост (х4)

Таблица 10: Разпределение на статистическите показателина на дебелината на твърдите зъбни тъкани във фуркационната зона съобразно вида на материала

	Статистик / Материали	N	Средно	Стд. грешка	Стд. откл.
1	**Angelus W**	10	**2.63[a]**	0.16	0.51
2	**Angelus G**	10	**2.86[a]**	0.20	0.64
3	**ProRoot W**	10	**2.47[a]**	0.17	0.55
4	**Aureoseal**	10	**3.02[a]**	0.28	0.89
5	**Bioaggregat**	10	**2.97[a]**	0.21	0.65
6	**Biodentine**	10	**2.91[a]**	0.27	0,87
7	**Fuji VIII**	10	**2.94[a]**	0.25	0.80

* *Еднаквите букви означават липса на статистически значима разлика* ($p<0.05$)

Резултати по Задача 3. Сравнително изследване на някои важни физични качества на калциево-силикатните цименти, които имат отношение към херметизма им на запечатване:

По Задача 3.1. Сравнение на въздействието на симулирани тъканни течности върху микротвърдостта на калциево-силикатни цименти.

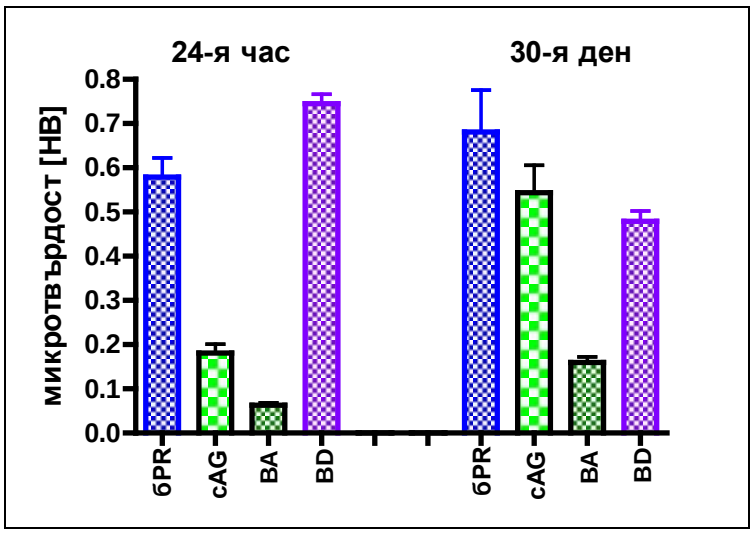
Резултатите са представени в Таблица 11 и Фиг. 40.

На 24-я час Biodentine показва най-висока микротвърдост (0,74±0,07 HB), следван от бял ProRoot (0,58±0,14 HB) и cAngelus (0,18±0,02 HB), със статистически значима разлика между всички материали ($p<0,05$). На 30-я ден от престоя в СТТ ProRoot достига най-висока микротвърдост (0,66±0,30 HB), но без статистически значима разлика със стойността от 24-я час. Нарастване на средната стойност на микротвърдостта се наблюдава и при cAngelus (0,54±0,06 HB) и при BioAggregate (0,16±0,04 HB). При Biodentine на 30-я ден стойността е намалена до 0,48±0,07 HB, със статистически значима разлика с 24-я час. На 30-я ден няма статистически значима разлика между три от материалите - бял ProRoot, cAngelus и Biodentine. В края и на двата времеви интервала BioAggregate е с най-ниска микротвърдост със статистически значима разлика спрямо останалите три материала, но все пак средната ѝ стойност нараства.

Таблица 11. Разпределение на статистическите показатели на микротвърдостта по Berkovich според вида на материала и времето

Статистик / Време		N	Сред-но	Стд. грешка	95% ДИ	Стд. откл.	Мин.	Макс.
24-я час	**бPR**	10	0.58[a]	0.04	0.48-0.68	0.14	0.38	0.75
	cAG	10	0.18[b]	0.02	0.13-0.23	0.06	0.07	0.26
	BA	10	0.06[c]	0.01	0.05-0.07	0.02	0.04	0.09
	BD	10	**0.74[d]**	0.02	0.70-0.79	0.07	0.63	0.82
30-я ден	**бPR**	10	**0.66[a,d]**	0.09	0.47-0.89	0.30	0.14	0.99
	cAG	10	0.54[a]	0.06	0.40-0.68	0.96	0.33	0.91
	BA	10	0.16[e]	0.01	0.13-0.19	0.04	0.12	0.26
	BD	10	0.48[a]	0.02	0.43-0.53	0.07	0.32	0.60

** ДИ-95% доверителен интервал на средната стойност, бPR – бял ProRoot, cAG – сив Angelus, BA - Bioaggregate, BD - Biodentine. Еднаквите букви означават липса на статистически значима разлика, а различните – наличие на такава.*



Фиг. 40. Средна микротвърдост на КСЦ на 24-я час и на 30-я ден

От гледна точка на времето на престой в СТТ само при бProRoot няма статистически значима разлика в средните стойности на микротвърдостта му на 30-я ден спрямо 24-я час (p>0,05). При

останалите три материала има такава разлика. След 30-я ден при белия ProRoot се забелязва промяна в цвета към посивяване, докато при другите три материала не се наблюдават цветови промени.

Резултати по Задача 3.2. Сравнително изследване на разтворимостта на калциево-силикатните цименти.

Резултатите са представени в Таблица 12.

Таблица 12. Разпределение на разтворимостта на различните калциево-силикатни цименти според вида на материала.

Разтворимост / Материали	Ттаблетка	Т разтворен материал	% разтворен материал
ProRoot	1,0360	0,0301	**2,90[a]**
Angelus бял	1,0400	0,0562	5,40[b]
Angelus сив	1,0037	0,0394	3,92[a]
Bioaggregate	0,8126	0,0471	5,82[b]
Biodentine	1,1119	0,2082	18,72[c]

Легенда: Т-тегло, Различните букви са знак за статистически значима разлика

Най-ниска разтворимост се отчита при ProRoot -2,90%, а най-висока при Biodentine – 18,72. Статистически значима разлика се отчита при ProRoot и cAngelus от една страна и бAngelus и Bioaggregate от друга. Статистически значима разлика има също между Biodentine и всички останали цименти.

Резултати по Задача 4. Изследване на оздравителния процес при клинично възстановяване на ендодонтски перфорации с различни калциево-силикатни цименти.

Резултатите са представени в Таблица 13 и на Фиг. 41-48:



Фиг. 41а. Лентовидна перфорация на 36 – бял ProRoot



Фиг. 41б. Контрола след 2 години



Фиг. 42а. Фуркационна перфорация на 46 – сив Angelus



Фиг. 42б. Контрола след 2 години



Фиг. 43а. Латерална перфорация на 24 - Bioaggregate



Фиг. 43б. Контрола след 2 години



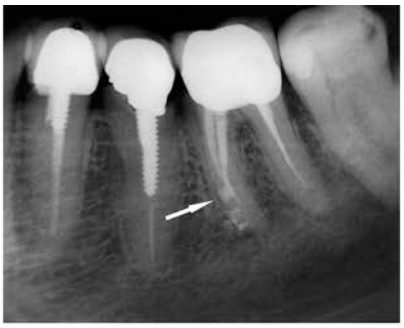
Фиг. 44а. Фуркационна перфорация на 16 - Biodentine



Фиг. 44б. Контрола след 2 години



Фиг. 45а. Латерална перфорация на 36 - бял ProRoot



Фиг. 45б. Контрола след 2 години



Фиг. 46а.Латерална перфорация на 43 - сив Angelus



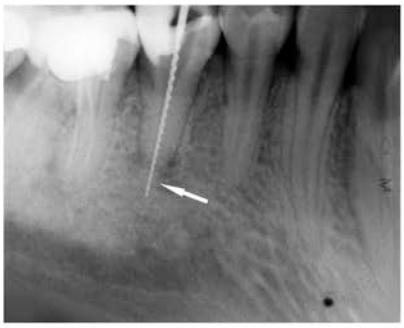
Фиг. 46б. Контрола след 2 години



Фиг. 47а.Фуркационна перфорациу на 27 - Bioaggregate



Фиг. 47б. Контрола след 2 години



Фиг.4 8а.Апикална перфорация на 45 - Biodentine



Фиг. 48б. Контрола след 2 години

Таблица 13: Разпределение на оздравителния резултат при 4 КСЦ според вида на материала

Резултат / Материал	Брой - N	Добър одравителен резултат-n	%
ProRoot сив	10	9	90[a]
Angelus сив	10	9	90[a]
Bioaggregate	10	9	90[a]
Biodentine	10	9	90[a]

Еднаквите букви означават липса на статистически значима разлика между групите.

Честотата на успех при четирите материала е 90% и е еднаква без статистически значима разлика между тях. Неуспехът е само при един случай във всички групи. Той се изразява в персистиране или поява на болка и перирадикуларни лезии в съседство с перфорацията при три фуркационни перфорации и една латерална, като случаите са при 3 молара и един премолар.

Резултати по Задача 5. Проучване на различните аспекти за превенция на ендодонтските перфорации:

Резултати по Задача 5.1. Изследване на честотата на по-редките анатомични вариации на моларите при българското население по видове и групи зъби.

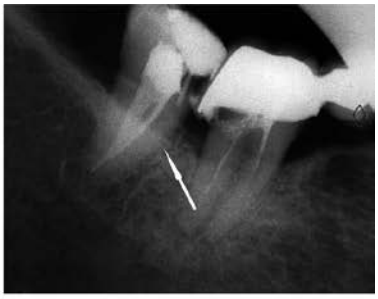
Резултатите са представени в Таблица 14 и на Фиг. 49-55. Общо 151 случая (11,80%) на ендодонтски аберации на моларите при българското население са регистрирани при 105 пациента, като при 20 души се наблюдава множествено наличие на такива. Еднокореновият молар с един коренов канал е най-често срещаната вариация сред моларите – 69 случая (5,39%) (Фиг. 50), следван от свръхбройния корен –



Фиг. 45. С-образен корен:
а) 26



Фиг. 45. С-образен корен:
б) 37



Фиг. 45. С-образен корен:
в) 48



Фиг. 46. Еднокоренов молар:
а) 17



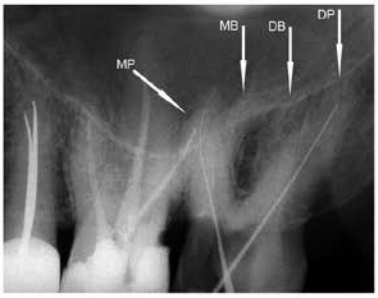
Фиг. 46. Еднокоренов молар:
б) 28



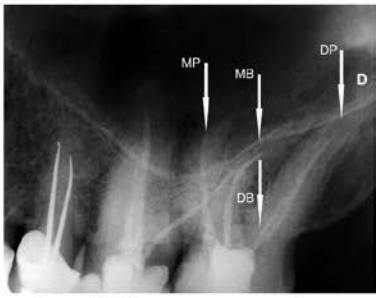
Фиг. 46. Еднокоренов молар:
в) 37



Фиг. 46. Еднокоренов молар:
г) 47 и 48



Фиг. 47. Молар със свръхброен корен: а) 27 - палатинален



Фиг. 47. Молар със свръхброен корен: б) 27 - палатинален



Фиг. 47. Молар със свръхброен корен: в) 46 - дистален



Фиг. 47. Молар със свръхброен корен: г) 46 - медиален



Фиг. 47. Молар със свръхброен корен: д) 37 - медиален



Фиг. 47. Молар със свръхброен корен: е) 48 - медиален



Фиг. 47. Молар със свръхброен корен: ж) 38 - дистален



Фиг. 48. Молар с общо два коренови канала: а) 16 - вестибуларен и лингвален (от медиално)



Фиг. 48. Молар с общо два коренови канала: б) 16 - медиален и дистален



Фиг. 48. Молар с общо два коренови канала: в) 27 - вестибуларен и лингвален (от дистално)



Фиг. 48. Молар с общо два коренови канала: г) 47 (от дистално)



Фиг. 48. Молар с общо два коренови канала: д) 48



Фиг. 49. Тауродонтизъм: а) 16



Фиг. 49. Тауродонтизъм: б) 37



Фиг. 50. Три коренови канала в М-корен на 46 (от медиално)

29 случая (2,26%) (Фиг. 51). На трета позиция по честота са С-образният корен и канал (Фиг. 49) и молар с два коренови канала (Фиг. 52) – по 24 случая (1,87%) .

По групи молари при М3 inf се срещат най-голям брой случаи на морфологични аберации – 25%, следван от М3 sup – 22,22% и М2 inf – 18,46%. Между тях няма статистически значима разлика, но най-голямо разнообразие от вариации се наблюдава при М2 inf. При М1 sup и М1 inf изявата на редките аномалии е най-слаба, като между тях и горните групи молари съществува статистически значима разлика.

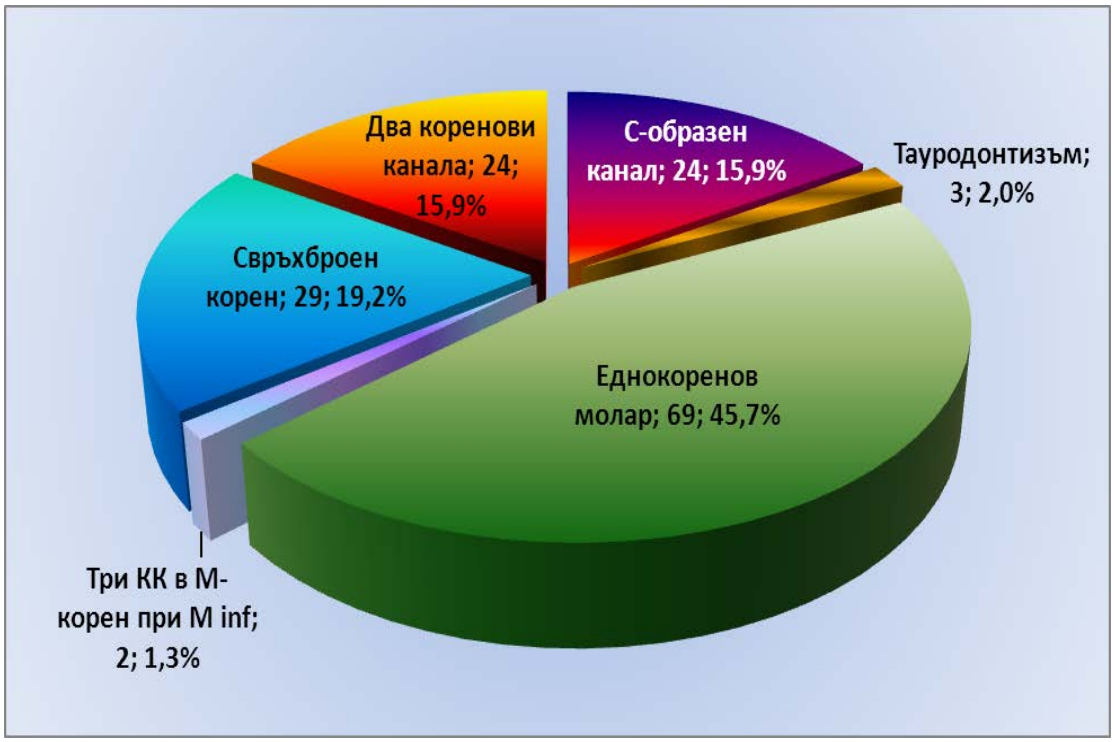
Еднокоренов молар се среща най-често при М3 sup – 21,11%, М2 sup – 10,48% и М3 inf – 9,17%. Най-висока честота на СБК се наблюдава при М3 inf – 4,17%, М1 inf – 3,24% и М2 sup – 2,86%. С-образна корено-канална система се среща при М2 inf – 6,54%, М3 inf – 3,33% и М1 sup – 1,15%. Честотата на изява на два коренови канала е най-висока при М3 inf – 8,33%, М2 sup – 3,33% и М2 inf – 1,54%.

Измежду общия брой вариации еднокореновият молар заема най-голям дял – 45,7%, следван от молар със СБК – 19,2%, а на трета позиция са С-образен корен и канал и молар с два коренови канала – по 15,9% (Фиг.55).

Таблица 14: Честота на редките ендодонтски аберации на моларите при българското население

Аномал / Молари	С-разен канал	Едно-коренов молар	Свръх-броен корен	Два коренови канала	Тауро-донти-зъм	ТриКК в един корен	Общо вариа-ции
M1 sup (n=260)	3 1,15%	-	-	2 0,62%	1 0,38%	-	**6 2,30%[a]**
M2 sup (n=210)	-	22 10,48%	6 2,86%	7 3,33%	-	-	**35 16,67% [b]**
M3 sup (n=90)	-	19 21,11%	-	1 1,11%	-	-	**20 22,22% [b]**
M1 inf (n=340)	-	-	11 3,24%	-	-	1 0,29%	**12 3,53%[a]**
M2 inf (n=260)	17 6,54%	17 6,54%	7 2,69%	4 1,54%	2 0,76%	1 0,38%	**48 18,46% [b]**
M3 inf (n=120)	4 3,33%	11 9,17%	5 4,17%	10 8,33%	-	-	**30 25,00% [b]**
Общо (n=1280)	**24 1,87%**	**69 5,39%**	**29 2,26%**	**24 1,88%**	3 0,23%	2 0,16%	**151 11,80%**

**еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлика, а различните – наличие на такава (p<0,05)*



Фиг. 55. Процентно разпределение на видовете аберации

Резултати по Задача 5.2. Установяване на средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркацията на моларите.

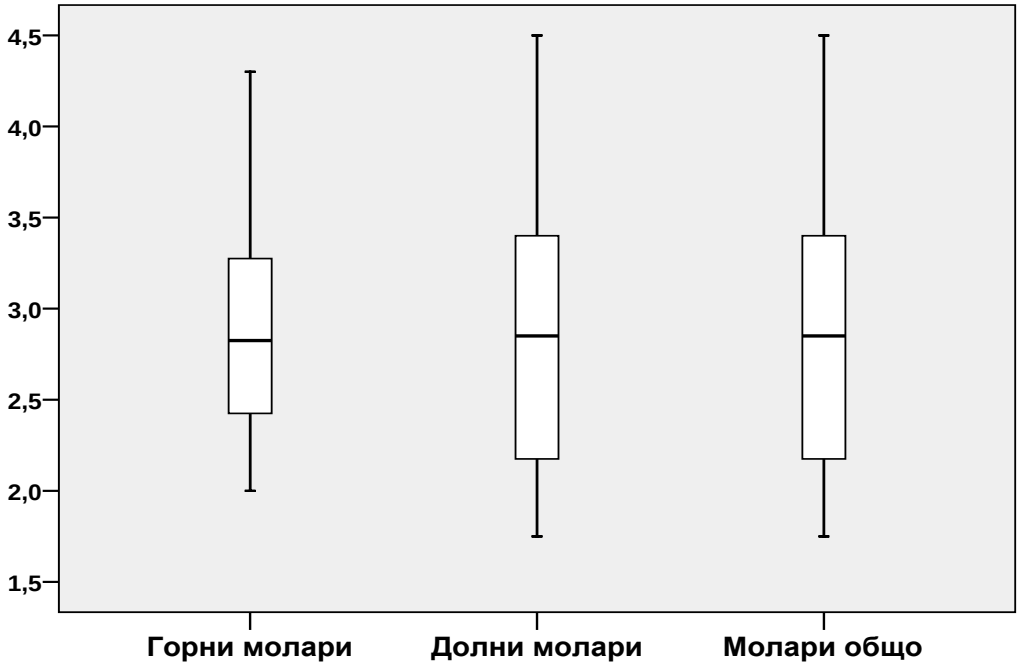
Резултатите от средните стойности на вертикалното измерение на фуркацията при моларите са показани в Таблица 15 и на Фиг. 56.

При горните молари дебелината на фуркацията е средно 2,91±0,63 мм, максималната измерена стойност е 4,30 мм, а минималната – 2,00 мм. При долните молари средната й дебелина е 2,78±0,65 мм, максималната стойност е 4,50 мм, а минималната – 1,75 мм. Общо за всички молари средната стойност е 2,83±0,64 мм, максималната е 4,50 мм, а минималната 1,75 мм. Няма статистически значима разлика между

средните стойности на вертикалното измерение на фуркацията при горни и долни молари (p >0,05) (Фиг. 2).

Таблица 15: Разпределение на дебелината на твърдите зъбни тъкани във фуркацията на молари съобразно вида на моларите

Молари	Горни молари	Долни молари	Молари общо
Брой	40	70	110
Средна стойност (mm)	**2,91**	**2,78**	**2,83**
Стандартна грешка на средната	0,10	0,08	0,06
95% доверителен интервал	2,71-3,11	2,62-2,94	2,71-2,95
Стандартно отклонение	0,63	0,65	0,64
Дисперсия	0,39	0,43	0,41
Min	2,00	1,75	1,75
Max	4,30	4,50	4,50



Фиг. 52. Box-plots диаграма на дебелината на фуркационната зона при моларите

6. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Обсъждане по Задача 1: Изследване на честотата и разпределение на ятрогенните перфорации по видове и групи зъби, локализация, повърхности и етиология.

Честота на ятрогенните перфорации. В литературата информацията относно честотата на ендодонтските перфорации е ограничена. Tsesis и кол. са установили при 5048 зъба на 2002 пациента 2,29% (116) коренови перфорации при 101 пациента (355). Eleftheriadis и Lambrianidis докладват за 2,7% перфорации при 388 ендодонтски лечения, извършени от студенти по дентална медицина (132). Khabboz и кол. съобщават за 6,9% перфорации при студенти V курс и 63,1% при IV курс за една учебна година (204). Jamani и кол. при оценка по рентгенографии на качеството на ендодонтското лечение на 3178 зъба в

Йордания намират в 1,1% коренови и фуркационни перфорации (190). Установената в това изследване честота от 4,06% заема междинно положение спрямо повечето от цитираните по-горе, тъй като и изследваният контингент на пациентите е смесен: от лечебен кабинет и студентски клинични зали. У нас Стаматова и Владимиров, които изследват честотата на перфорациите чрез анкетни карти, също установяват, че перфорациите са сравнително редки усложнения – под 5 случая на година за лечебен кабинет (28).

Честота на разпространение по видове и групи зъби. Kvinnsland и кол. съобщават, че зъбите на горната челюст са обект на перфорации три пъти по често (74,5%), отколкото долните зъби (25,5%). Тези автори установяват, че най-често са засегнати канини, следвани от латерални резци и накрая, с почти еднаква честота, централни резци, премолари и първите молари (220). Mente и кол. констатират при 16 случая на перфорации, че 62% от тях са в горната челюст, а 38% - в долната. Освен това 48% са във дисталната част на съзъбието, а в 52% - във фронталната част (247). Khabboz и кол. при студентски пациенти установяват най-често засягане на моларите (65,4%), три пъти по-слабо на премоларите (20,8%) и 13,8% на фронталните зъби (204).

Резултатите от това изследване са в противоречие с повечето от цитираните данни, тъй като сме установили по-висока честота на перфорациите в долната челюст и главно при моларите. Като групи зъби най-често перфорации са регистрирани при долните молари – 42%, на второ място са горните молари, с почти два пъти по-ниска честота – 22%, и на трето място – горните фронтални зъби в 11%. Частично сходство има с установеното от Khabboz и кол. и Kvinnsland (204, 220).

Малко са данните в литературата относно разпространението на перфорациите по видове зъби. Установеното от нас преобладаващо засягане на долните първи молари е в съгласие с данните докладвани от

Стаматова и Владимиров и от Kvinnsland (28, 220). По-високата честота на перфорации при тази група зъби вероятно е свързан и с преобладаващия брой случаи на ендодонтски лечения при тях. Фактът, че не са регистрирани перфорации при третите молари, не означава, че такива реално няма. При тях броят на ендодонтските лечения е най-нисък и те нерядко са еднокоренови или със слят коренов комплекс (216).

Познаването на ендодонтската анатомия и вариациите в нея при тези зъби, които са засегнати най-често, особено при долния втори молар, би допринесло за редуцирането на грешките при ендодонтското им лечение (17, 215). В това изследване са регистрирани перфорации и грешки при наличие на морфологични вариации като С-образна корено-канална система и еднокоренов молар.

Честота на разпространение на ятрогенните перфорации според локализацията им. Main и кол. докладват за серия от 16 случая на перфорации, която включва 50% фуркационни (от които лентовидните съставляват 19%), 31% латерални и 19% апикални перфорации (234). Ние също сме установили преобладаване на фуркационните перфорации. Съобразно **локализацията** на засегнатите анатомични зони на зъбите от ятрогенни перфорации най-често е ангажирана фуркацията - в 46,23%, като в 40,57% перфорациите са директни, а в 5,60% - лентовидни. Латералните коренови перфорации са общо 35,84%.

Mente и кол. проследяват 6 години 21 случая на лечение на перфорации с различна локализация, като 19% от случаите са фуркациионни, а 81% са латерални коренови перфорации. Латералните от своя страна са в коронарната коренова трета в 33% и по 24% - в средната и апикалната коренова трета (247).

Jamani и кол. установяват при анализ на ендодонтски лечения, че в 1,1% се наблюдават перфорации на кореновата стена или на пода на пулпната камера, в 1,35% при МХО е допуснато отклонение от линията на кореновия канал, при което рискът от перфорация е висок, и в 6,25% се наблюдава препресване, като в някои от случаите то може да е резултат от апикални перфорации (190). Резултатите от настоящото изследване показват най-висока честота на перфорациите във фуркацията (46,23%) и на кореновата стена (35,84%). Тези данни са много близки с установеното от Main и кол. (234), но сериозно се различават от резултатите на Mente и кол. (247) и на Jamani и кол. (190).

Установената от нас честота на апикални перфорации вероятно е по-ниска от реалната, защото този вид перфорации не се откриват рентгенографски. Khabboz и кол. посочват, че при студентски пациенти най-честите перфорации са апикални (204). Mente и кол. съобщават за 78 случая с апикална бариера от МТА при зъби с апикална резорбция или апикално свръхинструментиране (перфорации), събрани за период от 6 години (246). Те не отграничават съотношението на двата процеса, но все пак тези резултати свидетелстват за една доста висока честота.

Локализацията на перфорацията е един от основните фактори, заедно с размера ѝ, времето на въздействие на бактериалната инвазия, биологичните и физични характеристики на материала за възстановяване, както и опита и знанията на клинициста, от които зависи прогнозата на засегнатите зъби (26, 65, 185, 346). Счита се, че цервикалните супраалвеоларни и фуркационите перфорации са с по-неблагоприятна прогноза от латералните в средната и апикална коренова трета, поради възможната бактериална контаминация от гингивалния сулкус и апикална миграция на епител в перфорацията, водещи до образуване на пародонтален джоб с персистиращо възпаление. Прогнозата при лентовидните перфорации също е несигурна поради

опасността от развитие на бърза интензивна деструкция на пародонтални тъкани във фуркацията със загуба на интеррадикуларна кост (346, 352).

За лингвалните коренови перфорации прогнозата също не е добра (237), докато при вестибуларните тя се счита за по-благоприятна, поради по-лесния хирургичен достъп (346). Според Martin и кол. обаче директните фуркационни перфорации са с много добра прогноза, ако са третирани бързо и асептично. Латералните перфорации в апикалната коренова трета са с по-добра прогноза, дори и ако от кореновия канал остане апикално необработено пространство от около два милиметра (237).

Счита се, че имедиатното възстановяване подобрява шансовете за успех независимо от локализацията (E. Nicholls, Seltzer и кол. по 234, 237, 346), но това не винаги е възможно. Въвеждането на MTA като материал за запечатване на перфорации също допринася за добрата прогноза от лечението, благодарение на добрите му качества (266, 267, 342).

Усложнения при перфорации. Прогнозата на зъбите с перфорации зависи не само от размера, локализацията и давността на перфорацията, но и от цялостния статус на случая. Усложненията, съпътстващи ендодонтското лечение, могат да бъдат налични поначало или да са причинени от самата перфорация. Kvinnsland и кол. съобщават, че от 55 зъба с перфорации, в 12 случая (21,8%) те са били невъзстановими и са екстрахирани. В 25% възникналите рентгенографски изменения в периодонциума са причинени от перфорациите (220). Tsesis и кол. са установили патологични промени на съседните на перфорацията пародонтални тъкани в 69,83% (355). Main и кол. са регистрирали наличие на различни рентгенографски лезии по време на лечението в 44% от случаите на перфорации (234).

Като основно присъстващо усложнение за изхода от лечението ние сме установили наличие на непроходими коренови канали в 25%. Те се посочват като допълнителна причина за перфорации (185, 245, 346), но не срещнахме данни за честота им при тях. Установеното от нас наличие на периапикални лезии в 18%, фуркационни лезии в 15% и латерални лезии в 5%, което е общо 38%, е в съгласие с данните на Main и кол. (234). По отношение на промените в съседните тъкани, предизвикани от перфорацията, установената от нас честота на перирадикуларни лезии е близка до данните на Kvinnsland и кол. (220), но е два пъти по-малка от резултатите на Tsesis и кол. (355).

Според Lin и кол. процедурните грешки не са директна причина за ендодонтски неуспех, а създаването на условия за проникване на инфекция чрез тях в различни зони на периодонциума (228). Всъщност сумарният ефект от всички усложняващи фактори при едно ендодонтско лечение решава какъв ще бъде изходът от случая, а не само перфорацията per se.

Причини за перфорации. Независимо от технологичния напредък на инструментариума и материалите в ендодонтията, грешките и неуспехите при ендодонтското лечение все пак се случват – прекомерно изрязване на здрави зъбни тъкани, перфорации, счупване на инструмент, фрактура на корена при кондензация.

Според McCabe 47% от перфорациите са допуснати при рутинно ендодонтско лечение, а 53% - при поставяне на радикуларни щифтове (241). Kvinnsland и кол. са установили, че 53% от случаите на перфорации са в резултат на поставяне на радикуларен щифт, а 42% - от опит за прохождане на облитерирал КК (220).

В настоящото изследване получените резултати показват, че почти половината от перфорациите са допуснати при изработване на ендодонтския кавитет и търсенето на орифициуми – 48,11%.

Установените от нас данни са в противоречие с цитираните по-горе автори – основната част от перфорациите са резултат от рутинно ендодонтско лечение или прелекуване (общо 81,12%), а само 16,04% са свързани с поставяне и отстраняване на радикуларни щифтове. Тези факти ясно показват тенденцията за недостатъчно познаване на ендодонтската анатомия и невнимателно инструментиране на КК.

Избягването на някои перфорации е трудно поради многото канални вариации, кореновите извивки или наличие на калцификати в пулпната камера и кореновите канали (132, 185, 228, 252, 346). Както вече беше посочено, ние сме установили наличие на непроходими коренови канали в 25% от случаите. Ендодонтските анатомични вариации от типа на С-образен корен, еднокоренов молар, свръхброен корен и др. също могат да създадат затруднения пред клиницista и причини за ятрогенни перфорации (17, 113, 191, 241, 248, 346, 352).

Tsai и кол. съобщават за обширна лентовидна перфорация при молар с С-образна коренова система, причинена при отстраняване на радикуларен щифт (352). Mirikar и кол. описват случай на две ендодонтски усложнения при първи долен молар със свръхброен корен – фуркационна перфорация и счупване на инструмент в свръхбройният канал (248). В настоящото изследване също е установена фуркационна перфорация при С-образен канал и апикална перфорация при двукоренов горен първи молар.

Избягване на перфорации. Рискови зони. За избягване на ендодонтските грешки някои автори акцентират върху прецизното планиране и изпълнение на ендодонтския достъп на база детайлен анализ на оклузалната повърхност и отлично познаване на ендодонтската анатомия (241, 251). В настоящото изследване присъстват и случаи на перфорации поради ограничен достъп през клиничната корона или на частично разкрита пулпна камера.

С цел избягване на перфорации в някои морфометрични изследвания са измерени разстоянията между важни анатомични точки. Deutsch и Musikant са определили, че разстоянието между върха на букален туберкул и пода на пулпната камера при горните молари е средно 8,08 мм, а при долните молари – 7,95 мм (128). Според Velmurugan и кол. при горния първи молар разстоянето между върха на палатиналния туберкул и пода на пулпната камера е 8,86 мм (360). От значение е и средната дебелина на тъканите във фуркацията. Различни автори са установили, че средните стойности на вертикалното измерение на ТЗТ във фуркацията на моларите варират в интервала 2,32-3,51 мм (128, 206, 235, 329, 371).

С цел намаляване риска от перфорации McCabe препоръчва особено внимание по време на ендодонтската работа да се обърне на някои ключови зони, където най-често се допускат перфорации, като лингвалните повърхности на фронталните зъби например (241).

Tabrizizadeh и кол. са установили **при долните първи молари,** че **дисталната стена на медиалният им корен** е най-тънка в сравнение с всички останали – 1,2 мм (333). Wu и кол. установяват, че при извити медиални корени на моларите има опасност от лентовидна перфорация при употреба на инструменти Gates-Glidden (375). Abou-Rass и кол. докладват, че работата в тази зона с инструмент Gates-Glidden №3 на дълбочина 4 мм под нивото на орифициума е рискова и води до перфорации (37).

Според Kuttler друга такава рискова зона при долните молари е **медиалната стена на дисталния им корен**. След ендодонтско лечение дебелината ѝ е под 1 мм в 82% от случаите и под 0,5 мм в 17,5%. При употреба на Gates-Glidden №4 перфорации има в 7,3%, а при по-голям размер и по-често (219). При **горните молари,** при употреба на инструменти №3 Gates-Glidden рискови зони са стените на МБ-корен:

дисталната на 4 мм дълбочина и медиалната на 7 мм дълбочина. При работа с №4 честотата на перфорациите се повишава. В посочените рискови зони не се препоръчва свръхинструментиране (37, 219, 375).

За разлика от тях установените от настоящото изследване резултати не потвърждават дисталната повърхност на медиалните корени на долните молари като рискова зона. Според нас такава е медиалната повърхност на тези корени в 19,30%. Но установената от нас честота на засягане на медиалната стена на дисталните им корени (14,03%) е в съгласие с установеното от цитираните автори (219). Ние сме установили категорично **преобладаване на перфорациите по медиалните повърхности**, независимо от дебелината и локализацията им, което е в съгласие с Kvinnsland и кол. (220). Вероятно това се дължи на лекия аксиален наклон на зъбите в дисто-апикална посока, който клиницистите не успяват да съобразят по време на работа.

Медиалните и дисталните стени на корените са по-рискови в сравнение с вестибуларните и лингвалните (37, 219). Според Kvinnsland и кол. обаче най-честите зони на перфорации са медиалните и вестибуларните повърхности на корените и фуркацията. Според тях всички перфорации при горни фронтални зъби са били цервикални интраалвеоларни, с вестибуларна локализация (220). Според установените от нас данни основната рискова зона е **фуркацията при моларите**.

В клинични условия дебелината на дентиновите стени на корените в рисковите зони може да се прецени само по рентгенова снимка. Трябва обаче да се има предвид, че рентгенографското измерване дава стойности, които са по-високи от реалните (20, 288). Raiden и кол. установяват този факт при премолари (288).

Обсъждане по Задача 2. Сравнително проучване на херметизма на запечатване на калциево-силикатните цименти при симулирани фуркационни перфорации:

Обсъждане по Задача 2.1. Сравнително изследване на маргиналната адаптация (ширината на микропроцепа) на различни калциево-силикатни цименти при симулирани фуркационни перфорации.

Сравнителни данни за формите на MTA

Резултатите от настоящата работа ясно показват, че рискова зона за перфорации е фуркацията при моларите. Това е основание за изследване на микропроцепа в тази зона. В литературата липсват данни за размера на микропроцепа при запечатване на фуркационни перфорации с различните продукти на MTA. За сравнение и обсъждане ще посочим данни за **ретроградното** им аплициране, макар че кондензирането на материала към твърда основа или меки тъкани вероятно определя различна ширина на микропроцепа.

Най-добър херметизъм на запечатване сме установили при Bioaggregate, който показва най-тесен микропроцеп (5,62±1,57 μm), а Biodentine микропроцепът е най-широк (7,28±2,07 μm).

При използване на MTA (Tulsa, USA) Torabinejad и кол. са установили наличие на микропроцеп от 2,68 μм (345), а Shipper и кол. докладват ширина на процепа в интервала 0,523–1,190 μм (318). При MTA-Angelus Xavier и кол. констатират микропроцеп от 0,812-1,051 μм (376). Badr и кол. установяват при cProRoot (USA) процеп от 2,141 μм (57). Rosares-Leal и кол. са измерили минимална ширина от 0,1 μm (300).

Цитираните измервания в апикалната зона са в интервала 0,1-2,68 µм. Bidar и кол. обаче съобщават за 19,8 µм среден размер на процепа при ретроградна апликация на cMTA, 14,8 µм при бMTA и 26,5 µм при PC (68). Sulaiman и кол. проследяват във времето маргиналната адаптация на Biodentine и установяват на 7-я ден след аплицирането му ширина на микропроцепа от 32 µm, на 14-я ден – 3,35 µm, а на 28-я – 1 µm (331). Установените от нас данни за ширина на микропроцепа при фуркационни перфорации са в рламките на 5,62-6,87 µm.

У нас Радева и кол. са установили но-малка ширина на микропроцепа при Biodentine (1,08 µm) в сравнение с MTA (1,72 µm) (24).

Според някои автори след около 2 месеца престой на MTA във симулирани тъканни течности (фосфатно буфериран физиологичен разтвор) по повърхността му преципитират карбонат-апатитни кристали и се индуцира процес на биоминерализация (335, 294, 306, 319), като в граничната зона с дентина се образува междинен хидроксилапатитен слой, който навлиза в дентинните тубули със структури подобни на „крачета” (294, 306). Според Sarkar и кол. този слой се прикрепва плътно към дентинната стена без микропроцеп и нараства и навътре в порьозната структура на MTA. Вероятно това обяснява високата запечатваща способност на материала и дентиногенната му активност (306).

Настоящото изследване е направено веднага след втвърдяване на КСЦ, без престой в каквито и да било течности. При електронно микроскопско изследване не е регистриран междинен слой в контактната зона с дентина и е установен ясно изразен микропроцеп.

Сравнителни данни за MTA и модифицирани глас-йономерни цименти (МГЙЦ)

Xavier и кол. докладват, че при **ретроградно** запечатване с Vitremer ширина на микропроцепа е 2,86-4,62 μм (376), а Rosares-Leal и кол. при Vitrebond - 2,5 μm (300). Тези стойности са по-ниски от установените от нас във **фуркацията** за Fuji VIII – 9,37 μм. От друга страна, нашите данни са по-ниски в сравнение със средната стойност на микропроцепа (11,00 μм), установена от Torabinejad и кол. при ретроградно обтуриране с амалгама, SuperEBA и IRM (345).

Обсъждане по Задача 2.2. Сравнение на микропроницаемостта при различни калциево-силикатни цименти в условия на симулирани фуркационни перфорации.

Корелация между дебелината на слоя MTA и микропроницаемостта.

Изследванията, които посочват количеството на микропроницаемостта в линейни мерни единици, особено в зоната на фуркацията, са ограничени. Макар че не може да оцени обемното проникване на течности, настоящото изследване дава информация каква дебелина на слоя материал осигурява херметично запечатване. Torabinejad и кол. установяват 0,31 мм микропроницаемост при 2-мм пласт ретроградно аплициран MTA (339), а Erkut и кол. отчитат 0,765 мм (134). Charrier и Medioni съобщават проникване на багрило при запечатване на фуркацията с ProRoot в 31,85 μм (0,031 мм) (105). В настоящето изследване при бял ProRoot, сив Angelus, Aureoseal и Bioaggregate не се наблюдава апикална микропроницемост. Проникване на багрило се отчита при бял Angelus – 1,16±1,38 мм, Biodentine – 0,38±0,63 мм и Fuji VIII – 0,42±0,93 мм. За разлика от нас Kokate и Pawar

установяват при ретроградно аплициране на Biodentine микропроницаемост от 0,13 мм, а при МТА – 0,73 мм (210).

По отношение на дебелината на слоя МТА, необходим за херметично запечатане предпазване от микропроницаемост, авторите не са категорични. Rahimi и кол. установявят при ретроградно аплициране на МТА че, в пластове от 3 и 2 мм той е с по-слаба микропроницаемост, отколкото при 1 мм, но без статистически значима разлика (287). Valois и кол. при същата локализация на запечатване с МТА констатират проницаемост на 60-я ден в 100% от образците с дебелина 1 мм, в 47% при дебелина 2 мм, в 40% при дебелина 3 мм и 7% при дебелина 4 мм. Според тях само слой от 4 мм може да представлява надеждна бариера срещу микропроницаемост (357).

При ортоградно поставяне на апикална бариера при симулирано незавършено кореново развитие Al-Kahtani и кол. установяват, че само слой от 5 мм спира проникването на Actinomyces viscosus. Проницаемостта при 2 мм слой е изразена и няма разлика от двупластова бариера с дебелина от 2+2 мм, поставена в два последователни дни (45). За разлика от тях Matt и кол. обаче констатират, че и 2 и 5 мм апикален пласт е напълно дзостатъчен за осигуряване херметизъм на запечатването (240).

Прегледът на литературните данни показва, че няма категорична информация за минималната необходима дебелина на материала за херметично запечатване на фуркационни перфорации. Дълбочината на перфорацията е променлива величина, която зависи от дебелината на дентина и цемента във фуркационната зона. В случая тази дебелина варира между 2,32-3,51 мм (128, 206, 235, 329, 371). Освен това, фактът, че при четири различни продукта на МТА, използвани в нашето изследване, не е регистрирана микропроницаемост, ясно показва

че и при по-малка дебелина на материала е възможно херметично запечатване.

Сравнителни данни за микропроницаемостта при различните КСЦ.

Използването на различни методи, скали и мерни единици на отчитане от различните автори не дава възможност да се сравняват резултатите от количественото и качественото измерване на микропроницаемостта в абсолютен вид. С относителните сравнителни данни обаче, които се съобщават от тях, може да се търси корелация. И тъй като данните за херметизма на запечатване във фуркационната зона са ограничени, ще сравним получените от нас резултати и с изследвания в други зони.

Микропроницаемост при запечатване на фуркационни перфорации. Hashem и кол. при запечатване на изкуствени перфорации установяват, че при MTA-Angelus проницаемостта е по-значима, отколкото при ProRoot MTA (171). Редица автори са констатирали чрез различни методи, че няма статистическа разлика между запечатването с бял и сив ProRoot (143, 168, 316). В настоящото изследване не е използван сив ProRoot MTA, защото не е наличен на българския дентален пазар. При използване на бProRoot и cAngelus не е констатирана микропроницаемост, докато при бAngelus се наблюдава апикално и коронарно проникване на багрило, което е в съответствие с данните на Hashem и кол. (171). Sanghavi и кол. при сравнително изследване на микропроницаемост при фуркационни перфорации чрез спектрофотометрия установяват, че проникналото багрило при MTA ProRoot е значително по-малко в сравнение с Biodentine (304). Подобни данни са получени и от нас.

Микропроницаемост при ортоградно обтуриране на коренови канали. Matt и кол. при симулация на ортоградно поставяне

на апикална бариера установяват, че cProRoot MTA просмуква статистически значимо по-малко от бProRoot MTA (240). Според други автори няма статистическа разлика при използването им (44, 328). В настоящото изследване при бProRoot не е регистрирано проникване на родамин в нито една от пробите.

При ретроградно аплициране на MTA Torabinejad и кол. не регистрират микробно проникване до 90-я ден през 3-мм дебелина на MTA Original (344). При резекция на кореновия връх Andelin и кол. също не намират микропроницаемост нито при ретроградно, нито при ортоградно аплициране на сив ProRoot MTA (49). Подобни данни докладва и Aqrabawi (52). Установените от нас резултати за бProRoot, cAngelus, Aureoseal и Bioaggregate изцяло съответстват с цитираните по-горе резултати, но са в противоречие с Bortoluzzi и кол., които посочват, че бMTA Angelus запечатва по-добре от cProRoot MTA (74). За новите КСЦ Aureoseal, Bioaggregate и Biodentine почти не намерихме сравнителни изследвания. Само Kokate и Pawar установяват по-слаба микропроницаемост при ретроградно прилагане на Biodentine отколкото при MTA (210).

Сравнителни данни с глас-йономерни цименти (ГЙЦ). ГЙЦ осигуряват химична и механична връзка с дентина, имат слаба микропроницаемост, но са с висока чувствителност към присъствието на влага (1, 9, 11). По тази причина има неизяснени въпроси във връзка с прилагането им при запечатване на перфорации. Има и не малко противоречия в сравнителните изследвания на тяхната микропроницаемост и тази при MTA.

Според Mehr Varz Far и кол. във **фуркацията** проникването на течности при MTA и Geristore (компомер) е с близки стойности (243). Tsatsas и кол. също констатират сходни съотношения между cProRoot и

Vitremer (353). Daoudi и Saunders обаче констатират, че ProRoot MTA запечатва по-добре от Vitrebond (МГЙЦ) (122).

Zakizadeh и кол. отчитат, че при Geristore като 2 мм **бариера в орифициума** коронарната проницаемост започва по-рано и е по-изразена в сравнение с MTA и Fuji Plus (МГЙЦ) (389). John и кол. при подобни условия констатират съизмеримо проникване на течности при cProRoot (0,49 мм), бProRoot (0,52 мм) и Fuji Ttiage (ГЙЦ) (0,47 мм) (195).

Според Pereira и кол. апикалната проницаемост на **ретроградно поставен** сив MTA Angelus е по-слаба в сравнение с Vitremer (фотополимеризиращ МГЙЦ) (274). Xavier и кол. потвърждават този резултат, но отбелязват, че все пак такава не липсва и при MTA (376). За разлика от тях Pichardo и кол. докладват, че Geristore запечатва апикално ретроградно по-добре от белия MTA Original (275).

В литературата липсват данни за микропроницаемостта при прилагане на Fuji VIII, затова обсъждането е направено общо за ГЙЦ като група материали. Нашите резултати от повечето изследвани материали са в съгласие с авторите, които не отчитат статистически значима разлика при микропроницаемостта на КСЦ и ГЙЦ (195, 243). Установените от нас данни за белия Angelus обаче, чиято проницаемост е по-голяма от тази на Fuji VIII, са в противоречие с тези на Xavier и кол. (376).

Що се отнася до установеното от нас коронарно проникване на багрило при някои образци от белите материали (Angelus и Bioaggregate), Hamad и кол. са регистрирали същото явление при сравняване на бял и сив ProRoot MTA (168). Възможно обяснение е химиополимерът Charisma PPF да не осигурява достатъчно добро коронарно запечатване на кавитета. Този факт акцентира върху важността на коронарното херметизиране при перфорации. Дифузното

оцветяване във вътрешността на двата бели материала от коронарно към апикално, установено от нас, вероятно се дължи на порьозността им и на материала за коронарно запечатване (180).

В литературата преобладават данни за приложението на Biodentine като обтуровъчен материал за кавитети, отколкото това при запечатване на перфорации. По данни на производителя, при използването му при втори клас кавитети като подложка, се наблюдава микропроницаемост, която е без статистически значима разлика с обтурация от фотокомпозита Filtek Z250 и глас-йономерния цимент Fuji II LC (70). Raskin и кол. също потвърждават, че Biodentine показва ниска проницаемост, сходна с тази при Fuji II LC, използван за цялостно обтуриране на апроксимални кавитети при молари (291).

Данните от нашето изследване показват липса на статистически значима разлика при използването на Biodentine и Fuji VIII са в съгласие с тези на горепосочените автори. Camilleri сравнява при „отворена" сандвич обтурация някои физико-химични качества на Biodentine, Fuji IX и Vitrebond. За разлика от глас-йономерните цименти, при Biodentine авторът е установил микропроницаемост (89).

Потърсена е **корелация на установената микропроницаемост с измерената ширина на микропроцепа** при същите материали в предходната задача. Установено е, че такава връзка има при бял Pro Root, сив Angelus, Aureoseal и Bioaggregate, които имат сходна ширина на микропроцепа и при тях не се наблюдава проникване на багрило.

Резултатите от нашето изследване показват, че ширината на микропроцепа при бял Angelus е най-голяма, макар че няма статистически значима разлика с останалите, но при него е установена най-висока микропроницаемост. Не е установена корелация на резултатите при Fuji VIII, който е установена най-голяма ширина на микропроцепа, но микропроницаемостта при него няма статистическа

разлика с тези КСЦ, при които не установяват такава. Подобни данни са намерени и от други изследователи, които също не намират корелация между маргиналната адаптация и микропросмукването (115, 376, 385). За разлика от тях Torabinejad и кол. са установили такава корелация (345).

Методи за изследване на микропроницаемостта. Микропроницаемостта при МТА и други ендодонтски материали е изследвана от много автори чрез различни методи: 1. Багрилен метод (74, 240, 275, 339, 376). 2. Метод на филтрация на течности с устройство Flodec (126, 170, 195, 371). 3. Проницаемост за моно- или полимикробни маркери (143, 250). 4. Проникване на слюнка (44, 125, 389). 5. Спектрофотометрия на проникнали протеини (316). 6. Спектрофотометричен метод с извличане на багрила (168, 171, 376).

В това изследване е използван багрилният метод, защото той все още се смята за надежден, лесен е за изпълнение, спестява доста лабораторно време и е евтин. Според Camps и Pashley резултатите получени при него не са в корелация с тези, получени при сравнение на филтрационния и спектрофотометричния метод (94). Xavier и кол. обаче са установили сходни резултати при багрилния и спектрофотометричния метод (376). А според Torabinejad и кол. материал, който е способен да спре проникването на малките молекули на багрилото, може да спре и по-големи обекти като бактериите и техните продукти (347).

Значение на вида на използваното багрило. При оцветителните методи този фактор за оценка на микропроницаемостта не е маловажен, защото от него може да зависи достоверността на разултатите. Капилярното проникване на багрилата в процепа между дентинната стена и материала зависи от размера на молекулата им, pH и химичната им реактивност (Oliver и Abbott по 316).

В други изследвания на микропроницаемостта са използвани различни багрила: метиленово синьо, родамин Б, индийско мастило,

основен фуксин и сребърен нитрат (52, 74, 105, 122, 134, 168, 171, 275, 353).

Метиленовото синьо, в 1% или 2% разтвор, е широко използвано багрило поради ниската си цена и ясно различим цвят (52, 134, 168, 171), но в контакт с алкални материали то се обезцветява. Това подлага на съмнение резултатите при изследвания на МТА и другите КСЦ, тъй като тяхното pH е алкално (Kontakiotis, E.G. et al, Moraes, I.G. et al по 74, 374).

В това изследване е използван 0,2% разтвор на **родамин Б** (Rhodamine B**).** Той е с органичен произход и представлява червено-виолетов прах. Класифицира се като ксантеново багрило (Hawley по 74). Избран е поради следните съображения: 1. Проникващата му способност в микропроцепите и дентинновите тубули е по-висока, отколкото при метиленовото синьо (Grempel, M. et al. и Hamaoka, L. по 74). Молекулите на родамина са нанометрични и поради ниското им молекулно тегло са идеални за симулиране на проникване на бактериални ензими и токсини в микропространствата между материала и дентиновите стени (Al-Hezaimi, Francci C.E., по 74, 376). 2. Не се влияе от високото pH на МТА (74). 3. Яркият му цвят се разграничава лесно (Azoubel and Veeck по 74).

Обсъждане по Задача 3. Сравнително изследване на някои важни физични качества на калциево-силикатните цименти, които имат отношение към херметизма им на запечатване:

Обсъждане по Задача 3.1. Сравнение на въздействието на симулирани тъканни течности върху микротвърдостта на калциево-силикатни цименти.

Сравнение на микротвърдостта при различните КСЦ.

По литерадурни данни микротвърдостта по Викерс на първоначалния MTA Original е 39,99 HV (121). Според Al-Murad микротвърдостта по Wickers на MTA ProRoot при ръчно кондензиране е 4,89 HV, а при ултразвуково кондензиране е 46,31 HV (46). Nekoofar и кол. установяват, че бял MTA ProRoot и сив MTA Angelus имат по-висока микротвърдост от сив ProRoot и бял Angelus (257). В присъствие на кръв и тъканни течности микротвърдостта и якостта на натиск на бял ProRoot са по-високи от тези на сивия (258, 259). От посочените MTA-продукти в това изследване е използван само бял MTA ProRoot, но установените данните за неговата относително висока микротвърдост се потвърждават - на 24-я час на престой в СТТ той е втори по стойност, а след 30-я ден е първи.

Както се вижда от приведените по-горе данни, повечето изследвания се отнасят за рутинните MTA продукти: MTA ProRoot и Angelus-MTA. Сравнителните изследвания с новите калциево-силикатните цименти са ограничени. Според Guiliani и кол. Aureoseal има по-висока микротвърдост от бял ProRoot при pH 7,4 и по-ниска при pH 4,4 (162).

По данни на производителя микротвърдостта на Biodentine на 2-я час след хидратирането му е 51 HV и 69 HV след един месец (70). В нашето изследване, в присъствие на симулирани тъканни течности, на 24-я час Biodentine показва най-висока микротвърдост в сравнение с всички изследвани материали (0,74±0,07 HB), следван от бял ProRoot (0,58±0,14 HB) и cAngelus (0,18±0,02 HB). На 30-я ден от престоя в ССТ обаче стойността ѝ намалява под тази на бProRoot, но остава относително висока и без статистически значима разлика с него. Течността от състава на Biodentine съдържа калциев хлорид ($CaCl.2H_2O$) като акцелератор и разтворим полимер като редуктор на количеството вода (283). Според Bortoluzzi заместването на дестилираната вода с 10-

15% калциев хлорид намалява времето на втърдяване на цимента с около 50% (75). Той допринася за по-бързото втвърдяване и вероятно за високата начална микротвърдост на материала.

Според Dannesh и кол. по-голямото количество калций по върхността на втвърдения MTA повишава микротвърдостта му (121). Намаляването на микротвърдостта на Biodentine след 30-дневен престой в СТТ обаче, е изненада, на която е трудно да се даде обяснение. Необходими са допълнителни изследвания на разтворимостта на тези материали.

С данните, получени от разтворимостта с най-ниската установена микротвърдост в нашето изследване е Bioaggregate. Този резултат е потвърден и от Grech и кол. според които микротвърдостта на Bioaggregate е по-ниска от тази на Biodentine (156).

Микротвърдостта на MTA се влияе от **pH на околната среда** (40, 92, 162, 254). Aggarval и кол. установяват, че разтвори с кисело pH – 17% EDTA и BioPure MTAD значимо намаляват микротвърдостта на MTA ProRoot в сравнение с дестилирана вода в рамките на 7 дни (40). Според Camilleri и Pitt Ford течности с близко, но по-ниско pH от MTA (под 10,2-12,5) увеличават микротвърдостта му (92). Namazikhah и кол. при бял MTA ProRoot установяват най-висока микротвърдост по Vickers при pH 7,4 (53,19) и най-ниска при pH 4,4 (14,34) (254). Camilleri обаче устаановява, че след киселинна обработка с 37% фосфорна киселина на образците с Biodentine има структурни и химически промени, но няма промени в микротвърдостта му (89).

Симулираната тъканна течност, която е използвана в това изследване, както и от други автори (294, 303, 306), представлява фосфатно буфериран физиологичен разтвор с pH 7,4 (NaCl, KCl, Na_2HPO_4 и KH_2PO_4), чийто състав е близък до йонния състав на кръвния

серум. При запечатване на перфорации материалът е в директен контакт със СТТ и затова в това изследване е използвана такава течност (284).

Според Тау и кол. след потапяне на бял МТА в СТТ по повърхността му първоначално се образува аморфна калциево-фосфатна фаза, състояща се от бедни на калций, слабо кристализирани В-тип карбонатни апатитни кристалити. Този аморфен калциев фосфат предшества биологичното образуване на апатит (335). Shokouhinejad и кол. при изследване на бял ProRoot и Bioaggregate в контакт със СТТ също установяват на 2-я месец преципитация на апатитни кристали по повърхността на материалите, които са с високо съдържание на Ca, P и O (319).

Reyes-Carmona и кол. установяват, че след два месеца престой на МТА ProRoot и други калциево-силикатни цименти в СТТ в контактната им зона с дентина в дентиновия канал се образува междинен слой, който навлиза в дентинните тубули със структури подобни на „крачета”. Според тях МТА взаимодейства със СТТ и индуцира процес на биоминерализация. Върху повърхността на МТА преципитира карбонат апатит и така дава начало на контролирана минерална нуклеация върху дентина и интратубуларна минерализация, в резултат на което се образува описаният междинен слой (294).

Макар че СТТ имитират неорганичния йонен състав на кръвната плазма (294, 303), **контакта на МТА с кръв** влияе на физичните му качества различно от тях. Според Kim и кол. МТА не се втвърдява нормално в контакт с говежди фетален серум (208). Nekoofar и кол. установяват, че присъствието на кръв смущава процеса на втвърдяване на МТА и влошава якостта му на натиск и микротвърдостта му, в сравнение с образците, които са били в контакт с дестилирана вода (258, 259). Повишаването на концентрацията на плазмените протеини – албумин, фибриноген, гамаглобулин, води до повишаване на

порьозността и намаляване якостта на натиск на експериментален МТА (38).

Трябва да се има предвид, че **времето като фактор** сам по себе си също въздейства на микротвърдостта. Nekoofar и кол., които изследват микротвърдостта на 4 МТА продукта (бял и сив ProRoot и Angelus), в отсъствие на каквито и да било тъканни течности и при прилагане на различни техники на аплициране на 4-я и 28-я ден установяват, че тя нараства с времето (257). Производителите на Biodentine потвърждават този извод (70). Получените данни от настоящото изследване показват сходна тенденция на нарастване на микротвърдостта с времето при ProRoot, сив Angelus и Bioaggregate, докато при Biodentine тя намалява.

В друго сравнително изследване на Nekoofar и кол. на микротвърдостта на бял и сив ProRoot при контаминация с кръв също е установено, че на 180-я ден микротвърдостта е значимо по-висока в сравнение с тази на 4-я ден (258). Според Islam и кол. нарастването на механичната устойчивост с времето е доказателство, че даже и в непосредствен контакт с тъканните течности, МТА продължава да се втвърдява и да придобива устойчивост и стабилност (188).

Обсъждане по Задача 3.2. Сравнително изследване на разтворимостта на различни калциево-силикатни цименти.

Разтворимостта при материалите за запечатване на перфорации и ретроградно обтуриране на коренови канали е от особена важност, защото от тях се очаква да осигурят херметизъм на ендодонта при контакт с кръв и тъканни течности (280). Съгласно Спесификация №57 на ANSI/ADA (American National Standards Institute/American Dental Association) изискванията към разтворимостта на канало-пълнежните средства са тя да не надвишава 3% (51). ISO 6876 стандартът е също 3%

(166). Установените от нас резултати показват такава разтворимост при ProRoot – 2,90%, а при всички останали данните са завишени. Най-висока е разтворимостта при Biodentine – 18,72%. Има статистически значима разлика при различните материали..

Разтворимостта на двата рутинни вида КСЦ ProRoot MTA и MTA – Angelus е доста добре проучена, но сравнителните данни са малко. Roberti Garcia и кол. установяват, че белият MTA-Angelus (6,65%) е с по-висока разтворимост от сивия (296). Белият ProRoot MTA е също така по-разтворим от сивия (73).

За новите КСЦ Biodentine и Bioaggregate данните също са ограничени. Според Grech и кол. Biodentine и Bioaggregate имат много слаба разтворимост, без статистически значима разлика между тях (156). Според Saghiri и кол. обаче, Bioaggregate (2,15%) е по-разтворим от бял ProRoot MTA (0,87%) (303). Gandolfi и кол. потвърждават, че съотношението между двата материала е същото, но без статистически значима разлика между тях, като разтворимостта на ProRoot MTA е 10,7%, а тази на Bidentine – 12,64% (148).

Според Torres и кол. Biodentine е с по-висока разтворимост от бMTA Angelus. Разтворимостта на бMTA Angelus в дестилирана вода на 7-я ден е 1,62%, а на 30-я ден е 4,66%. Разтворимостта на Biodentine на 7-я ден е 6,56%, а на 30-я ден е 6,82% (348). В друго изследване на същите автори. това съотношение е отново потвърдено (349). Singh и кол. също установяват по-висока разтворимост при Biodentine на 24-я час в сравнение с MTA (323).

При метаанализ на литературните данни На и кол. посочва разтворимост при Biodentine 4,61%, при MTA Angelus 2,82-3,7% и при ProRoot MTA 1,1-1,5% (166).

Разтворимостта на КСЦ се влияе от съотношението прах/течност, условията, при които протича реакцията на втвърдяване,

от условията на външната среда и времето (303, 301, 380). Увеличаването на количеството на водата в съотношението прах/течност води до повишена разтворимост (102, 146). Yavari и кол. са установили, че разтворимостта на бял MTA-Angelus в симулирани тъканни течности е по-висока при кисело pH – 9,18%, отколкото при pH 7,4% - 1,12% (380). Бял ProRoot MTA е по-разтворим в дестилирана вода, отколкото в симулирани тъканни течности (303). При 4^{o}C температура на съхранение на продукта белият ProRoot MTA е по-разтворим, отколкото при 25^{o}C и 40^{o}C (301). С времето се покачва и разтворимостта (303).

Различни автори са установили, че белите форми на ProRoot MTA и MTA-Angelus са с по-висока разтворимост от Портланд цимент (85, 183). От това би могло да се направи извод, че наличието на рентгеноконтрастно вещество в MTA повишава разтворимостта му, но Cutajar и кол. установяват, че няма такава зависимост (117). Освен това Borges и кол. съобщават, че сивият ProRoot MTA е по-слабо разтворим от Портланд цимент (73).

Изследванията за отмиване и абсорбция на вода от материалите са свързани с разтворимостта им. Според Bortoluzzi и кол. един от недостатъците на MTA е склонността му да се отмива или дезинтегрира при ранния контакт с кръв и други тъканни течности (76). Formosa и кол установяват при потапяне в различни течности на прясно приготвен MTA-Angelus 5-10% отмиване или загуба на маса (144).

Camilleri установява при Портланд цимент и 2 прототипа на нови цименти на същата основа с добавен пластификатор, че те абсорбират доста вода (85).

Обсъждане по задача 4. Изследване на оздравителния процес при клинично възстановяване на ендодонтски перфорации с различни калциево-силикатни цименти.

В настоящото изследване честотата на успех при четирите използвани материала (бProRoot, cAngelus, Bioaggregate и Biodentine) е 90% и е еднаква без статистически значима разлика между тях. Неуспехът е само при един случай във всички групи и се изразява в персистиране или поява на болка и на перирадикуларни лезии. Той се наблюдава при три фуркационни и една латерална перфорация, като случаите са при 3 молара и един премолар. Резултатите са проследени през 6 месеца до 2 години.

Mente и кол. проследяват в рамките на 12-65 месеца 21 случая на лечение на перфорации с различна локализация с бял MTA ProRoot и установяват добър оздравителен резултат в 81% от случаите. Те констатират по-висока честота на успех при еднокоренови зъби в сравнение с многокореновите (247). В друго изследване същият колектив проследява за период от 12-68 месеца 56 случая с апикални перфорации поради резорбция или свръхинструментиране, при които е поставена апикална бариера с MTA. Те установяват 100% оздравяване при липса на периапикални лезии и 78% при наличие на такива (246). Main и кол. отчитат пълен оздравителен процес при 16 случая, включващи латерални, фуркационни, лентовидни и апикални перфорации, възстановени с MTA, за период 12-43 месеца (234).

Pace и кол. проследяват 10 случая на перфорации с различна локализация в продължение на 5 години и докладват за ефективно запечатване и добър оздравителен резултат за периодонталните тъкани по съседство (265). Xu и кол. установяват успешно лечение на 17 случая с латерални коренови перфорации и един неуспешен при обширна и инфектирана перфорация (377). У нас Стаматова съобщава за отличен оздравителен резултат при 30 от 32 случая на фуркационни и латерални перфорации, проследени 1 година (27).

При метаанализ на литературни данни Torabinejad и кол. са установили 80,9% оздравителен резултат при запечатване на перфорации с МТА, като при горните зъби той е по-висок отколкото при долните (343).

Данните в литературата за клинични изследвания и характера на оздравителния процес при по-новите КСЦ и особено сравнителните такива са ограничени. Aminov и кол. сравняват оздравителния резултат при 28 фуркационни перфорации при запечатване със cMTA ProRoot и Bioaggregate за 18-месечен период. Те установяват равностойни клинични и рентгенографски резултати при двата материала (48).

На фона на многобройните in vitro изследвания, клиничните съобщения с анализ на честотата на успех при по-голям брой случаи са относително малко. Но пък редица автори описват успешно лечение при единични или малък брой случаи, възстановени с МТА и проследени 9-55 месеца (54, 173, 184, 245, 311, 322, 352) и с Biodentine (58, 152, 158, 163, 174, 192, 249).

Обсъждане по Задача 5. Проучване на различните аспекти на възможностите за превенция на ендодонтски перфорации:

Обсъждане по Задача 5.1. Изследване на честотата на по-редките анатомични вариации на моларите при българското население по видове и групи зъби.

С-образен корен и канал

С-образна канална конфигурация се среща най-често при **M2 inf** и за този молар в литературата има най-много данни. Честотата й на изява при монголоидната раса е доста висока, като се счита за генетичен расов белег и варира между 24-41,27% (17, 229, 314, 366, 392). За европеидната раса се посочва честота от 8-14,8% (113, 370). Rahimi и

кол. са установили при иранското население, че при M2 inf в 7,3% се среща С-корен (286). Neelakantan и кол. посочват за индийското население 7,53% (255). Leal Silva и кол. за Бразилия са установили ниска честота – 3,5% (223). За района на Средния Изток (Ливан) се съобщава честота от 19,1% (167).

За балканския регион има достатъчно информация за С-образен корен. Sutalo и кол. съобщават за Хърватия 12,5% С-образно частично или цялостно сливане на корените при M2 inf, но не уточняват реалната честотата на С-образен канал (332). Lambrianidis и кол. за Гърция установяват 4,58% честота на тази аномалия (221). Cimilli и кол. съобщават честота от 8,1% за Турция (109), но Sert и Bayirli изобщо не намират С-образен канал при изследване на долните молари (315). В предходно изследване Кузманова и кол. са установили при българското население изява на тази вариация в 9,09% (216). В това изследване установената честота при M2 inf при българското население е 6,54%, която е под средната за европеидната раса, но съответства на средната за Балканите.

На второ място по честота на С-образен канал в това изследване е **M3 inf** с 3,33%. Според Sidow и кол. 2,2% от долните трети молари с два корена имат С-образен канал (321). Cooke и Cox описват един такъв случай (113).

При **M1 sup** установената честота е 0,77%. De Moor съобщава за Белгия честота 0,09% (127), а Yang и кол. при китайското население – 0,3% (379). Dankner и кол. (120), и Yilmaz и кол. (384) описват такива единични случаи при горния първи молар.

В случаите, събрани за това изследване при **M2 sup, M3 sup и M1 inf** не е регистриран С-образен канал. Не са намерени и много данни за честотата му при тези молари. Единственото съобщение за С-образна анатомия при горния трети молар е на Keinan и кол. (203). Bolger и

Schindler описват такъв клиничен случай при долния първи молар (72). Reuben и кол. установяват 0,8% изява (1 случай) на С-образен канал при M1 inf при южноиндийското население (293). Leal Silva и кол. намират при бразилското население честота от 1,7% (223).

Що се отнася до M2 sup, в изследвания на Carlsen и Alexandersen само се споменава, че при еднокоренов и двукоренов втори горен молар, напречното сечение на някои от кореновите канали е С-образно (97, 101). Singla и Aggarwal съобщават за случай с С-образен палатинален канал, завършващ с два апикални форамена, което обаче не е типичният С-образен канал (324).

Еднокоренов молар

Трудно е да се прави сравнение на честотата на изява на еднокореновия молар, защото критериите за него, използвани от различните автори, не са еднакви. Обект на това изследване е моларът с един корен и един коренов канал, но не малко други автори са проучвали еднокореновия молар, независимо от броя на кореновите канали в него (286, 321).

В настоящото изследване най-висока честота на изява на еднокоренов молар е установена при M3 sup (21,11%), следван от M2 sup (10,48%) и M3 inf (9,17%). Sidow и кол. са установили, че 15% от **M3 sup** имат един корен, който обаче може да има много разнообразна конфигурация на КК. Само 2,67% от тях представляват истински еднокоренов молар с един-единствен коренов канал. 17% от **M3 inf** имат един корен, но само 3,33% от тях са с един коренов канал. (321). Guerisoli и кол. намират за Бразилия 51,8% наличие на един корен при M3 inf, но такъв с един канал само в 12,3%. При M3 sup един корен има в 12,4%, но само с един канал са 4,5% (161).

При **M2 sup** честотата му варира между **0-5,88%** (по 19, 41, 270, 271). Честотата при българското население, установена от Кузманова и кол. през 2004 г. е по-висока (**10%**) и е близка до установената сега – 10,48% (216).

При **M2 inf** честота на еднокореновия молар за европеидната раса варира между 2,4%-21,7%, а за монголоидната е в интервала 33,6-52% (по 17, по 96). Rahimi и кол. съобщават, че при иранското население 9**,**3% от долните втори молари са с един корен (286). Leal Silva и кол. установяват при бразилското население, което етнически е много хетерогенно, честота от 4% (223). За разлика от това, Neelakantan и кол. при хистологично изследване на 345 долни молара не са открили нито един еднокоренов молар (255). Sert и Bayirli при турското население са регистрирали тази аномалия само като единична находка (315).

В това изследване еднокоренов молар не е регистриран при **M1 sup и M1 inf.** Еднокореновият **M1 sup** е много рядко явление (111). Единствено Gopikrishna и кол. съобщават за такъв случай с двустранна изява (155). Reuben и кол. установяват 0,8% изява на един корен и канал при **M1 inf** при южноиндийското население (293). Gu и кол. регистрират при китайското население честота от 1,64% (159). Sert и Bayirli не намират такъв еднокоренов молар при турското население (315). Holan и Chosack описват еднокоренов M1 inf (176).

Понякога еднокореновият молар се среща билатерално и може да засегне и горните и долните молари при един и същи пациент (17, 141, 155, 186).

Свръхброен корен

Честотата на свръхбройния корен варира при различните групи зъби и различните раси и етнически групи. В това изследване най-висока честота на СБК е отчетена при **M3 inf** – 4,17%. Според Sidow и кол. този

молар в 5% има три корена, а в 1% - 4 корена (321). Ferraz и Pécora съобщават за представители на монголоидната раса в Бразилия честота от 0,9%, за европеидната – 0,8% и за негроидната – 2,8% (142). Guerisoli и кол. също за Бразилия са намерили 1,8% честота (161). Според Loh при китайското население в Сингапур честотата му при M3 inf е 3,7% и е два пъти по-ниска отколкото при M1 inf. Освен това той установява само дисто-лингвална локализация за СБК (230). В условията на това изследване от 5 случая два са с дистална локализация, а три - с медиална. Plotino описва ендодонтско лечение на долен трети молар с три медиални корена (278).

Свръхбройният корен при **M1 inf** при монголоидната раса има висока честота (5-32%) и затова се приема за расов генетичен маркер (142, по 151, 159, 365, 382). При европеидната раса се среща в 1,35-4,2%, а при негроидната – 3% (142, по 151, 309). Спорред Ferraz и Pécora за представители на негроидната раса в Бразилия честотата на СБК е 2,8% (142). В друго изследване за Бразилия обаче Da Costa Rocha и кол. посочват честота от 5,2% (118). Според Garg и кол. при индийското население честотата е 4,55% (151). Установената от нас честота на СБК при българското население е 3,24% и съответства на средната честота за европеидната раса.

Свръхбройният корен при долните молари може да бъде разположен медиално, дистално, лингвално или букално, но най-често се описва медио-лингвална или дисто-лингвална позиция (98, 99). Abella и кол. в литературен обзор съобщават само за дисто-лингвален свръхброен корен при първите долни молари, като най-често каналната му конфигурация е тип IV или I по Vertucci. Този корен в преобладаващия брой случаи е по-къс от дисто-букалния, има по-изразен ъгъл и по-малък радиус на извивката в буко-лингвална посока (35). Според Gu и кол. извивките на СБК са значимо по-изразени, отколкото при другите два

корена (160). Yew и Chan (382) и Gu и кол. (159) при китайското население също регистрират само дисто-лингвален СБК. За разлика от това, в това изследване от 12 броя СБК при M1 inf половината са с медиална локализация, а другата половина – с дистална.

Свръхбройният корен при **M2 inf** се среща по-рядко, отколкото при M1 inf (18, 98, 99, 142). Da Costa Rocha и кол. съобщават за бразилското население наличие на СБК в 1,5% (118). Ferraz и Pécora също в Бразилия са установили честота на изява на СБК в 2,8% при монголоидната раса, в 1,8% при негроидната раса и в 1,7% при европеидната (142). Loh обаче, при населението от китайски произход в Сингапур, при 267 броя M2 inf не е регистрирал нито един молар със СБК (230). Sert и Bayirli при турското население също не споменават за СБК (315).

Neelakantan и кол. са установили при индийското население M2 inf с три корена в 8,98% (255). Rahimi и кол. съобщават, че при иранското население 4**,**3% от долните втори молари са с три корена (286). Установената в това изследване честота на СБК при българското население е 2,69%, като всичките 7 случая са с медиално разположен СБК.

Диагностицирането му не може да се извърши клинично, но модифициран ендодонтски кавитет с трапецовидна форма улеснява намирането на орифициума му (35, 236). Идентификацията му се извършва основно чрез образни методи (35, 201, 229, 364). Според Loh дисталният СБК при долните молари не винаги се открива при ретроалвеоларните рентгенографии в стандартна проекция, защото остава скрит зад по-широкия дисто-букален корен. Необходима е промяна в параметрите на лъча като за по-грацилни корени (229). Най-добрият начин за идентифицирането му е или периапикална рентгенография с отклонен лъч на 25^{o} от медиално или компютърна

томография (35, 201). Според Walker и Quackenbush в 90% от случаите СБК се открива на панорамна рентгенография (364).

При **M2 sup** в това изследване е установена честота от 2,38% на СБК. Carlsen и Alexandersen изследват 145 горни молара със свръхброен корен и установяват, че той може да има медио-лингвална или дисто-лингвална позиция, а понякога е трудно да се установи кой от двата е допълнителният корен. Освен това той може да е отделен или да е слят с общия коренов комплекс и да е отграничен от него с коренови бразди. Идентификацията на слетия СБК е трудна или невъзможна по рентгенографския метод. Според тях от всички случай на СБК той се среща най-често при M3 sup (77,93%), на второ място е M2 sup (15,86%), а при M1 sup е рядкост (6,21%) (100).

Versiani и кол. в изследване на M2 sup със СБК констатират, че в повечето случай допълнителният корен е прав, има сходна дължина с основния и в 44% се наблюдава сливане на корените. Разстоянието между пода на пулпната кухина и фуркацията е средно 2,15 мм (361). Zmener и Peirano описват рядък клиничен случай на букално разположен СБК при втория горен молар (395). Kotoor и кол. съобщават за случай с два допълнителни корена (212).

Според Sidow и кол. 7% от **M3 sup** имат СБК (321). Guerisoli и кол. в изследване на екстрахирани зъби установяват 4 корена в 3,2% и 5 корена в 0,6% (161). В условията на това изследване не е регистриран свръхброен корен при M3 sup. Вероятно това се дължи на трудната рентгенова идентификация на обектите в тази анатомична зона, тъй като максиларният израстък на arcus zygomaticus често се суперпонира върху тях, а корените на този молар са по-грацилни (18).

В настоящата работа не е намерен СБК и при **M1 sup**. Клинични случаи с диагностициран допълнителен палатинален корен при този молар описват Baratto-Filho и кол. и Christie и кол. (59, 107).

Два коренови канала

Два коренови канала при моларите може да има в един слят коренов комплекс или по един канал в два корена (161, 255, 315, 321). Sidow и кол. са установили, че 16,66% от **M3 inf** имат два коренови канала, като в 60% са двукоренови, а останалите еднокоренови. 32% от **M3 sup** имат два корена, но в тях има 3 или повече КК. 2,67% от тези молари имат два КК, като всичките са еднокоренови (321). Според Guerisoli и кол. при M3 sup два КК има в 11,6%, които в по-голямата си част са в еднокоренови молари. При M3 inf два КК се срещат в 69,3%, като малко повече от половината случаи са еднокоренови молари (161).

В това изследване два коренови канала най-често се срещат при M3 inf (8,33%), следван от M2 sup (3,33%) и M2 inf (1,54%). Според Neelakantan и кол. при **M2 inf** в Южна Индия честотата на разпространение на два КК при два корена е 8,4% (255). Sert и Bayirli установяват за Турция при M2 inf честота от 12,5% (315). Leal Silva и кол. съобщават за Бразилското население висока честота от 32% (223).

Peikoff и кол. установяват при **M2 sup** наличие на два корена с два коренови канала в 6,9% (271). Lee и кол. намират при този молар при корейското население два корена в 5,8%, като наблюдават вариации в броя на каналите, особено в букалния корен (224). Според Kim и кол., също за Корея, тази честота е по-висока – 9,8%, като две трети от тях са с два коренови канала (207). Zhang и кол. установяват при китайското население наличие на два корена с два коренови канала в 11,9% и един корен с два коренови канала – в 4,3% (393). Carlsen и кол. при изследване на молари с общ коренов комплекс съобщават за наличие на два канала с честота от 34,72% при срезове през средата на корена, като тези два канала могат да са разположени медиално и дисто-вестибуларно, медио-вестибуларно и дистално или вестибуларно и лингвално (101). В

изследване на Кузманова и Анастасова се описва ендодонтско лечение при M2 sup със слят корен и два коренови канала (19).

По обобщени данни от литературен обзор на Clegborn и кол. при **M1 sup** два корена има средно в 3,8% (по 111). Fava описва такъв случай при горен първи молар с два корена – вестибуларен и палатинален (140). В това изследване двата регистрирани случая с два корена и два канала при M1 sup са различни: единият е с вестибуларен и палатинален корен, а другият – с медиален и дистален.

Според Reuben и кол. при южноиндийското население 6,45% от **M1 inf** имат два коренови канала (293). Sert и Bayirli съобщават при M1 inf честота от 2% при турското население (315). В това изследване при M1 inf не е намерена такава вариация.

Тауродонтизъм

Тауродонтизмът представлява аномалия в анатомията на моларите, при която има ниска фуркация, подът на пулпната камера е отместен апикално и липсва констрикция на кореновия канал на нивото на емайло-цементната граница (191). Кореновият ствол е удължен, а кореновите канали са скъсени. Тя може да засегне всички молари и да бъде билатерална, но най-често се среща при M2 inf. Асоциира се с някои синдроми, които засягат и лицево-челюстната област – Down, Klinefelter, Apert и др. (по 31), но се среща и при здрави индивиди. При европеидната раса честотата на тауродонтизма при постоянните зъби варира между 2,5 и 5,6% (по 31). В това изследване средната честота на тауродонтизма при моларите е по-ниска – 0,23%. Sert и Bayirli описват случай на 6 молара с тауродонтизъм при един пациент – два долни и четири горни (315).

Три коренови канала в медиалния корен на долни молари

Karapinar-Kazandag и кол. в изследване с ендодонтски микроскоп на 96 долни първи и втори молара установяват, че трети допълнителен медиален канал е наличен при **M1 inf** в 18%, а при **M2 inf** в 22%, но не винаги може да се обработи. Използването на микроскоп повишава откриваемостта му с 4 %, стрямо това с други увеличителни средства. Този канал обичайно се намира в истмус между другите два медиални канала, като би могъл да е по-близо до единия или другия, или да е централно разположен. Според авторите той винаги конфлуира с единия от тях (197).

Според други автори медианният канал се среща в 0-12% при долните първи и втори молари (136, 281). Повечето автори обаче посочват много ниска честота. Gu и кол. отчитат 0,82% (един случай) на такъв допълнителен канал при M1 inf при китайското население (159). Според Neelakantan и кол. при индийското население този канал се среща в медиалния корен на **M2 inf** в 3,18%, а в дисталния – в 0,57% (255). Sert и Bayirli при турското население го намират в 1,5% при M1 inf, а при M2 inf не установяват такъв (315). В това изследване честотата на тази вариация при M1 inf е 0,29%, а при M2 inf – 0,38%.

Кирилова и Топалова-Пиринска (14) описват такива клинични случаи при M1 inf, а Кирилова (12) и Karunakaran (200) при M2 inf.

В това изследване не са установени случаи на три коренови канала в един корен при други молари. У нас Гусийска с помощта на ендодонтски микроскоп е установила честота на трети КК в медиобукалния корен на **M1 sup** от 5,7%, а при **M2 sup – 0,3%** (7). За горния първи молар има съобщения за наличие на три коренови канала както в медиобукалния корен (64, 131, 212, 213, 239), така и в дистобукалния (42, 213) и палатиналния корен (233, 373). Kotoor и кол. описват случай с осем коренови канала, като в двата букални корена има по три КК, а в палатиналния – два (213). Наличието на 5-8 КК при M1

sup обичайно е регистрирано с оперативен микроскоп и/или компютърна томография (199, 213, 373, 394).

Клинично значение на редките анатомични аберации

Диагностицирането на анатомичните аномалии е от особено значение за качеството на ендодонтското лечение, за избягването на ятрогенни перфорации и други грешки и за правилното възстановяване на ендодонтски лекуваните зъби. Твърде често то представлява особено предизвикателство за уменията на ендодонтиста (17, 113, 191, 236, 327). При С-образен канал има опасност от непълна механична обработка, перфорации от всякакъв тип и дори ендодонтски неуспех с екстракция, тъй като каналната система при тях има много вариации и е възможно трудно овладимо кървене по време на работа (113, 137, 138, 194, 244, 327, 352).

При рентгенография за определяне на работна дължина в орторадиална проекция при някои случаи на С-образен канал и СБК инструментът изглежда като в перфорация и това може да определи погрешен терапевтичен подход (61, 113, 201, 216). При СБК клиницистите трябва да са внимателни при механичната обработка на кореновите канали или поставянето на радикуларен щифт, за да не се допуска отслабване на по-грацилния СБК, счупване на инструмент в него и перфорации в бифуркацията – директни и лентовидни (35, 248, 395).

При еднокореновите молари обработката на единствения канал изглежда като улеснение за клиницист, но много лесно може да се премине отвъд широкия апикален отвор и може да се създадат условия за травмиране на периодонциума и препресване на каналопълнежно средство (17, 19). Попадането на ендодонтските инструменти в

единствения канал с нетипична посока, както и честото силно кървене могат да създадат погрешна представа за фалшива перфорация (19). Когато е налице редукция в броя на структурите, в търсене на нормалния брой канали може да се изтънят пода на пулпната камера и/или стените или да се направят фуркационни или цервикални перфорации (17). Възможно е и обърквање на еднокоренов молар с такъв с два коренови канала, особено когато вторият е много тесен и се отделя с дълбока вътрешна бифуркация от стената на основния (19).

Третият канал в който и да е корен на моларите обичайно е трудно откриваем и след като остане необработен и необтуриран създава условия за продължителен постоперативен дискомфорт и неуспех на ендодонтското лечение (123, 197). При тауродонтизъм дълбоката пулпна камера може да създаде условия за перфорации и затруднения или невъзможност за откриване и обработване на кореновите канали след дълбоката им фуркация (по 31, 191, Hayashi по 354).

Обсъждане по Задача 5.2. Установяване на средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркацията на моларите.

Изследванията на вертикалния размер на твърдите зъбни тъкани във фуркационната зона са извършени или по рентгенографски метод (128, 206, 231) или чрез директно анатомично измерване (329). Рентгенографският метод дава възможност за измервания при зъби без ендодонтско лечение, както в клинични, така и в експериментални условия, като така се елиминира опасността от засягане на пода на пулпната камера от режещи инструменти и опорочаване на резултата (128, 206, 312). От друга страна обаче, трифуркацията на горните молари не винаги е ясно видима поради наслагването на образите на вестибуларните корени върху палатиналния (18). Освен това

рентгеновият образ не винаги е изометричен, дори и при работа с успоредната техника (18). Skotti и кол. намират, че грешката при рентгенографско измерване на обекти в клиничната корона спрямо анатомичното измерване е 4,46% (312).

Sterrett и кол. установяват по директния метод при 80 долни молара 2,83±0,49 мм среден вертикален размер на ТЗТ в бифуркацията на първи долни молари (40 броя) и 2,88±0,44 мм при вторите долни молари (40 броя) (329). Majzoub и Kon констатират, че в 86% от измерваните горни молари разстоянието между пода на пулпната камера и най-коронарния аспект на дъгата на фуркацията е по-малко или равно на 3 мм (235). Weldon и кол. измерват средна дълбочина на перфорации във фуркацията на 51 горни молара от 2,78 мм (371).

Deutsch и Musikant измерват дебелината на фуркацията по рентгенографския метод (успоредна техника – 200 зъба), като при горни молари тя е 3,05±0,79 мм, а при долни – 2,96±0,78 мм (128). Khojastepour и кол. по рентгенографии в захапка (bitewing – 130 зъба) установяват 2,86 и 3,51 мм дебелина на фуркацията при първи горен молар при две възрастови групи (206). Lokade и кол. също по успоредната техника (56 зъба) намират средна дебелина от 2,32 мм при долни молари (231). Velmurugan и кол. съобщават за 2,70±0,63 мм вертикален размер на фуркацията на горни първи молари (100 зъба) при индийското население, измерен по радиовизиографии (360).

Установените от нас средни стойности на дебелината на ТЗТ във фуркацията на горни и долни молари са почти идентични с посочените по-горе измервания по директния метод (235, 329, 371) и близки с някои от рентгенографските изследвания (128, 360). При горните молари дебелината на фуркацията е средно 2,91±0,63 мм, а при долните молари средната й дебелина е 2,78±0,65 мм. По-сериозна разлика има с част от данните за горен първи молар, получени от

Khojastepour и кол. чрез измерване по рентгенографии в захапка (206) и с тези на Lokade и кол. за долни молари, измервани чрез успоредната техника (231).

Обект на морфометричните изследвания са количествените показатели на организма, на отделни негови части, органи или по-малки анатомични зони (299). При измерванията на различните анатомични обекти се използват различни подходи и инструменти за измерване, от мерителни линии и шублери до компютърни програми (10, 139). В цитираните директни морфометрични изследвания на фуркационната зона авторите са използвали вертикални срезове на зъбите в буко-лингвална посока и измервания с мерителни линии (329). В нашето изследване сме използвали дебеломер за метал. Специфичната форма на този зъботехнически инструмент позволява измерване на дебелината на фуркацията без да бъдат разрушавани зъбите. Освен това малката контактна площ на обхващащите му рамена осигурява точното им позициониране в средата на пода на пулпната камера дори и при тясна фуркация.

Фуркационните перфорации представляват сериозен проблем в ендодонтското лечение и са предизвикателство за клинициста. Те могат да повлияят изхода от лечението и прогнозата му (346). Затова от ключово значение е съотношението на вертикалното измерение на ТЗТ в тази зона с минималната дебелина на възстановителния материал, необходима за възпрепятстване на микропроницаемостта и осигуряване на херметично запечатване на ендодонта. По отношение на минималната дебелина на слоя МТА изследователите не са категорични.

Малко са изследванията, които измерват микропроницаемостта при МТА във фуркационната зона в линейни мерни единици. Charrier и Medioni съобщават проникване на багрило при запечатване на фуркации с ProRoot в 31,85±34,90 μм (105). За по-голяма пълнота и задълбоченост

на анализа на резултатите ще посочим данни от микропроницаемостта при МТА, поставен и в други локализации. Rahimi и кол. установяват при ретроградното му аплициране, че в пластове от 3 и 2 мм той представлява по-сериозна преграда, отколкото при 1 мм, но без статистическа разлика (287). Valois и кол. при същата локализация на МТА констатират, че само слой от 4 мм може да представлява надеждна бариера срещу микропроницаемост (357).

При ортоградно поставяне на апикална бариера при симулирано незавършено кореново развитие, Al-Kahtani и кол. установяват, че само бариера от 5 мм спира проникването на Actinomyces viscosus. Проницаемостта при 2 мм слой е изразена и няма разлика от двупластова бариера с дебелина от 2+2 мм, поставена в два последователни дни (45). Matt и кол. обаче констатират липса на статистическа разлика между 2 и 5 мм дебелина на апикалната бариера, като и в двата варианта няма микропроницаемост (240).

Вертикалното измерение на фуркацията определя не само дебелината на запечатващия материал при фуркационни перфорации, но и избора на материал и техниката му на аплициране. Поради консистенцията си МТА трудно се адаптира към малки и плитки перфорации, които нямат ясно изразени стени. В такива ситуации по-подходящи биха били други материали – модифицирани цинков окис-евгенолови цименти или глас-йономерни цименти, които при добро подсушаване също имат много добри запечатващи качества (170, 371). За да редуцират проникването на течности при изкуствени плитки фуркационни перфорации Weldon и кол. поставят върху МТА SuperEBA с леко купулообразно периферно припокриване на 1 мм от съседния дентин по пода на пулпната камера (371). Hardi и кол. също препоръчват комбинация на МТА със SuperEBA или One-Up Bond (170).

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целта, поставена в дисертационния труд е, чрез експериментални, рентгенографски и клинични методи да се установи херметизма на запечатване на рутинни и нови калциево-силикатни цименти при ендодонтски перфорации, както и различните аспекти за превенцията им.

По **Задача 1** при 2460 случая на ендодонтско лечение клинично и рентгенографски е изследвана честотата на видовете перфорации съобразно етиологията им. Определени са също честотата и разпределението на ятрогенните перфорации по видове и групи зъби, локализация, повърхности и етиология, както и наличните усложнения при тях.

След анализ на резултатите, получени от нас, в изпълнение на първа задача, ни дава основание да направим следните **констатации:**

1. Ятрогенните перфорации се срещат в 4,06% от случаите с ендодонтско лечение и представляват 72,99% от общия брой перфорации.

2. По групи зъби най-често засегнати от перфорации са долните молари (42%), следвани от горните молари (22%) и горните фронтални зъби (11%).

3. По видове зъби ятрогенните перфорации най-често са регистрирани при долния първи молар (27%), горния първи молар (15%) и долния втори молар (15%).

4. Най-честият вид перфорации са фуркационни (46,23%), следвани от латерални коренови (35,84%) и цервикални (10,38%). Установено е че най-често са засегнати медиалните (71,93%) и дисталните повърхности на корените (21,06%).

5. Установено е, че най-вече перфорации се допускат при осигуряване на ендодонтски достъп и търсене на орифициуми (48,11%), механична и химична обработка на кореновите канали (17,92%) и при поставяне или отстраняване на радикуларни щифтове (16,98%).

6. Най-честите съпътстващи усложнения при случаи с перфорации са непроходими коренови канали (25%), периапикални лезии (18%) и фуркационни лезии (15%).

По Задача 2 чрез различни експериментални методи са проучени различните аспекти на херметизма на запечатване на калциево-силикатните цименти при симулирани фуркационни перфорации. Локализацията на префорациите е избрана на основание резултатите от предходната задача.

По Задача 2.1. с помощта на сканиращ електронен микроскоп е изследвана маргиналната адаптация (ширината на микропроцепа в контактната зона материал/дентин) на осем калциево-силикатни цимента (бял ProRoot MTA, сив MTA-Angelus, бял MTA-Angelus, Aureoseal, BioAggregate, Biodentine, бял Портланд цимент, сив Портланд цимент) и един модифициран глас-йономерен цимент - Fuji VIII в условия на симулирани фуркационни перфорации.

Използвани са 92 екстрахирани горни и долни молара с добре изразена фуркация. С цел симулиране на условия, близки до клиничните е създаден експериментален силиконов модел за изследване качеството на запечатване на КСЦ при фуркационни перфорации, който имитира наличието на периодонтални тъкани и осигурява необходимата влажност за апикалната повърхност на аплицирания материал.

От анализа на получените от нас резултати по изследването на маргиналната адаптация на КСЦ може да се направят следните **констатации**:

1. Създаденият силиконов модел за изследване на херметизма на запечатване на КСЦ при симулирани фуркационни перфорации успешно създава условия, близки до клиничните.

2. Най-добра маргинална адаптация е установена при прилагането на сив и бял Портланд цимент, като големината на микропроципа е съответно 2,53 µm и 4,02 µm.

3. При калциево-силикатните цименти е установена ширина на микропроцепа в граничната зона материал/дентин в интервала 5,62-6,87 µm, без статистически значима разлика между тях. Най-ниски стойности са отчетени при използването на Bioaggregate – 5,62 µm и бял ProRoot – 5,89 µm, а най-голяма ширина на микропроцепа е отчетена при Biodentine – 6,87 µm.

4. При модифицирания глас-йономерен цимент Fiji VIII е регистриран най-широк микропроцеп – 9,37 µm ($p<0,05$).

5. Всички изследвани КСЦ са показали много добра ефективност при запечатване на обширни фуркационни перфорации в лабораторни условия и са подходящи за целта.

По **Задача 2.2.** с помощта на багрилен метод (0,2% разтвор на родамин Б) е изследвана микропроницаемостта в контактната зона материал/дентин на шест калциево-силикатни цимента (бял ProRoot MTA, сив MTA-Angelus, бял MTA-Angelus, Aureoseal, BioAggregate, Biodentine) и един модифициран глас-йономерен цимент - Fuji VIII в условия на симулирани фуркационни перфорации.

Използвани са 72 екстрахирани горни и долни молара с добре изразена фуркация. При аплициране на материалите в перфорациите отново е използван силиконовият модел за симулиране на клинични условия.

След анализа на получените от нас резултати по сравнение на микропроницаемостта на КСЦ има основание да се направят следните **констатации**:

1. При четири от изследваните шест калциево-силикатни цимента за запечатване на фуркационни перфорации не е регистрирана микропроницаемост: бял ProRoot, сив Angelus, Aureoseal и Bioaggregate.

2. Проникването на течности е регистрирано при бял Angelus (1,16 мм - 34,20%) със статистически значима разлика спрямо останалите материали, което го прави по-малко надежден в сравнение с тях при запечатване на фуркационни перфорации.

3. Микропроницаемостта при Fuji VIII е 0,16 мм (13,05%), но стойността ѝ няма статистически значима разлика с материлите, при който не е намерена такава.

4. Не е намерена пълна корелация между размера на микропроцепа и микропроницаемостта при изследваните материали.

По задача 3 е направено сравнително изследване на някои важни физични качества на калциево-силикатните цименти, които имат отношение към херметизма им на запечатване.

По Задача 3.1. е изследвано и сравнено въздействието на симулирани тъканни течности върху микротвърдостта по Berkovich на четири калциево-силикатни цимента (бял ProRoot MTA, сив MTA-Angelus, BioAggregate, Biodentine), при два времеви интервала (24-я час и 30-я ден).

След анализ на получените от нас резултатите от средната микротвърдост на КСЦ може да се направят следните **констатации**:

1. На 24-я час от престоя в симулирани тъканни течности най-висока микротвърдост показа Biodentine (0,74±0,07 HB), следван от бял ProRoot (0,58±0,14 HB) и cAngelus (0,18±0,02 HB), със статистически значима разлика между четирите материала ($p<0,05$).

2. На 30-я ден в СТТ при образците от ProRoot е отчетена най-висока микротвърдост (0,66±0,30 HB), следвани от cAngelus (0.54±0,96 HB) и Biodentine (0,48±0,07 HB). Няма статистически значима разлика между трите КСЦ.

3. И в двата времеви интервала Bioaggregate е с най-ниска микротвърдост, със статистически значима разлика с другите КСЦ.

4. Установено, е че с времето микротвърдостта нараства при бял ProRoot и Bioaggregate, с изключение на Biodentine, при когото се наблюдава редукция на средната ѝ стойност.

5. СТТ оказват влияние върху микротвърдостта на КСЦ, като в повечето случаи тя е повишена. Изключение прави Biodentine, при когото се наблюдава намаляване на микротвърдостта.

По Задача 3.2. е сравнена разтворимостта на пет калциево-силикатни цименти в дестилирана вода за срок от един месец.

След анализ на резултатите ни от разтворимостта на КСЦ може да се направят следните **констатации**:

1.Най-слаба разтворимост в края на първия месец е регистрирана при бProRoot – 2,90%.

2.На-висока разтворимост е показал Biodentine – 18,72%. Това е в корелация с данните, получени в предходните изследвания.

По Задача 4. е проследен оздравителния процес при клинично възстановяване на ендодонтски перфорации с четири различни калциево-силикатни цименти за срок от две години. Той е оценяван клинично и рентгенографски през интервал от 6 месеца.

След анализ на резултатите ни от проучването на честотата на успеваемостта на оздравителния процес при КСЦ може да се направят следните **констатации**:

1. При всички изследвани материали - бMTA ProRoot, cAngelus MTA, Biodentine, Bioaggregate - успешният оздравителен резултат е 90%. Той се изразява в резорбиране на перирадикуларните лезии в зоната на перфорацията, липса на нови такива, на болка и оток.

2. Липсата на оздравителен резултат се наблюдава при 3 фуркационни перфорации с персистиране на интеррадикуларните лезии и при една латерална перфорации с персистиране на болка.

По Задача 5 с лабораторни, клинични и рентгенографски методи са проучени различните аспекти на възможностите за превенция на ендодонтски перфорации:

По Задача 5.1. при 1280 случая на ендодонтско лечение клинично и рентгенографски е изследвана честотата на по-редките анатомични вариации на моларите при българското население по видове и групи зъби: С-образен канал и корен, еднокоренов молар с един-единствен коренов канал, молар със свръхброен корен, два коренови канала, тауродонтизъм и три коренови канала в един от корените на моларите.

В случаите, суспектни за необичайна анатомия са правени допълнителни рентгенографии в проекция на Walton с хоризонтално отклонение на централния лъч от 20^{o}.

След анализ на получените от нас резултати от проучването на редките анатомични вариации на моларите при българското население може да се направят следните **констатации:**

1. В 11,80% от всички молари се срещат отклонения от стандартната ендодонтска анатомия.

2. Най-често срещаната вариация при моларите е еднокореновият молар с един-единствен коренов канал (5,39%), следвана от молар със свръхброен корен (2,26%), а на трета позиция са С-образният корен и канал и молар с два КК – (по 1,87%).

3. С-образен канал се среща най-често при M2 inf (6,54%), еднокоренов молар с един-единствен канал – при M3 sup (21.11%), свръхброен корен при M3 inf (4,17%), два коренови канала – при M3 inf (8,33%).

4. Най-широка гама от анатомични аберации се срещат при M2 inf.

5. Честотата на някои от аномалиите при определени видове молари (M2 inf и M1 inf), която се счита за расов маркер, е сходна с тази при европеидната раса.

По Задача 5.2. е използван морфометричен метод при 110 горни и долни екстрахирани молари без ендодонтско лечение с цел установяване средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркацията им. Измерванията са извършени с дебеломер за метал.

След анализа на резултатите ни може да се направят следните **констатации**:

1. Средната дебелина на твърдите зъбни тъкани във фуркационната зона на моларите е 2,83±0,64 мм, като при горните молари е 2,91±0,63 мм, а при долните - 2,78±0,65 мм.

2. Вертикалният размер на фуркационната зона има значение за избора на материала за запечатване на фуркационни перфорации.

8. ИЗВОДИ

Изпълнението на поставените цел и задачи в дисертационния труд, както и получените резултати дават основание да се направят следните изводи:

1. Ятрогенните перфорации като ендодонтски процедурни грешки са относително редки. Те се представляват 4,06% от случаите с ендодонтско лечение и са 72,99% от общия брой перфорации. Според локализацията си перфорациите най-често са фуркационни (46,23%), латерални коренови (35,84%) и цервикални (10,38%).

2. Ширината на микропроцепа в граничната зона материал/дентин при КСЦ е в интервала 5,62-6,87 μm, без статистически значима разлика между тях. Най-добър херметизъм на запечатване с най-малка ширина на микропроцепа е отчетен при новия материал Bioaggregate – 5,62 μm.

3. Изследваните шест калциево-силикатни цимента при възстановяване на симулирани фуркационни перфорации като цяло са показали много слаба микропроницаемост. След възстановяване с бял ProRoot, сив Angelus, Aureoseal и Bioaggregatete не е регистрирана такава:. Проникването на течности при бял Angelus е 1,16 мм (34,20%).

4. СТТ не оказват негативно влияние върху микротвърдостта на използваните КСЦ. Само при Biodentine е установено намаляване на микротвърдостта на 30-я ден от престоя. Отчетена е тенденция за нарастване на микротвърдостта на КСЦ с времето им на престой в СТТ.

5. Най-слаба разтворимост в дестилирана вода на 30-я ден има ProRoot – 2,90%, а най-висока разтворимост е отчетена при Biodentine – 18,72% при ISO стандарт 3%.

6. За срок от 2 години на базата на клинични и рентгенологични изследвания е наблюдаван успешен оздравителен резулта от 90% при

всички изследвани материали - бMTA ProRoot, cAngelus MTA, Biodentine, Bioaggregate. Той се изразява в резорбиране на перирадикуларните лезии, липса на нови такива, на болка и оток.

7. Познаването на редките морфологични аберации в анатомията на ендодонта има своя принос за превенцията на ендодонтските перфорации. В 11,80% от всички молари при българското население се срещат отклонения от стандартната ендодонтска анатомия. Най-широка гама от анатомични аберации се срещат при M2 inf.

8. Фуркацията при моларите е опасна зона за ендодонтски перфорации. Познаването на морфометричните данни за вертикалния ѝ размер може да предпази клинициста от допускането им или да го насочи към правилен избор на материал за запечатването им. Средната дебелина на твърдите зъбни тъкани в тази зона на моларите е 2,83±0,64 мм, като при горните молари е 2,91±0,63 мм, а при долните - 2,78±0,65 мм.

9. ПУБЛИКАЦИИ И ИЗЯВИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА

Публикации

Димитрова, И. и Я. Кузманова. Качество на запечатването при фуркационни перфорации с различни цименти: Сравнително лабораторно изследване. Дентална медицина, 2012, 94(1): 5-13.

Кузманова, Я., И. Димитрова. Микропроницаемост при фуркационни перфорации, възстановени с пет форми на минерален триоксиден агрегат. Дентална медицина, 2013, 95(2): 115-122.

Кузманова, Я., И. Димитрова. Микротвърдост при калциево-силикатни цименти. Дентална медицина, 2014, 96(2): 108-115.

Научни доклади на конгреси

Dimitrova, I., Y. Kouzmanova. Sealing ability of five mineral trioxide aggregate cements and Fiji VIII for furcal perforation repair: Comparative laboratory investigation. 21th Annual Assembly of IMAB, 12-15 May, 2011, Varna, Bulgaria, Oral presentation, p.5.

Kouzmanova, Y., I. Dimitrova. Microleakage of five mineral trioxide aggregate products for furcal perforations repair. 23rd Annual Assembly of IMAB, 9-12 May, 2013, Varna, Bulgaria, Oral presentation №38, Programme, p.11.

10. БИБЛИОГРАФИЯ

1. Анастасов, И. Дентално материалознание. „София смайл център”, София, 2013. Стъклено-йономерни цименти, стр. 241, 258.

2. Бонев, Б. Съхранение на естествените зъби при хората над 20-годишна възраст в Р България. Дентална медицина, 2011, 93(1): 37-40.

3. Ботушанов, П. Ендодонтия. Теория и практика. „АвтоСпектър”, Пловдив, 1998, 13-30.

4. Вангелов, Л., И. Филипов, Ц. Митева-Катранджиева. Основни проблеми при ендодонтското релечение – анкетно проучване сред практикуващи лекари по дентална медицина. Дентална медицина, 2011, 93(2): 122-127.

5. Гусийска, А. Клинично изследване върху честотата и наличието на допълнителни канали в медиовестибуларния корен при горни молари. Научен симпозиум, ФДМ – Пловдив, 30.10.2008.

6. Гусийска, А. Клинична характеристика на някои анатомични особености в пулпната камера и разкриването на кореновите канали при горни молари. Dental Review, 2008, 1, 44–47.

7. Гусийска, А. Ортоградно лечение на хронични апикални периодонтити – биологични подходи. Дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор”. София, 2012, 78-88, 108-119.

8. Дачев, Б., П. Ботушанов. Пулпити. С., Мед. и физк., 1985, 19.

9. Инджов, Б. Obturatio cavi dentis. Инджидент, София, 2009, стр. 77-85, 182-186.

10. Йорданов, Й. Антропология в стоматологията. Медицина и физкултура, Сф., 1981, 133-134, 154.

11. Кирилова, Ж. Микропропускливост на различни видове стоматологични цименти при III клас обтурации. Проблеми на стоматологията, XXIII, 1995, стр. 21-27.

12. Кирилова, Ж. Случаи с рядко срещани конфигурации на коренокалната система на долния втори молар. Проблеми на денталната медицина, 2009, 35(2): 73-79.

13. Кирилова, Ж., Сн. Топалова-Пиринска. Случай на горен втори молар с четири корена и четири коренови канала. Дентална медицина, 2012, 94(1): 79-83.

14. Кирилова, Ж., Сн. Топалова-Пиринска. Клиничен случай на релечение на долен първи молар с пет коренови канала. Проблеми на денталната медицина, 2012, 38(2): 70-77.

15. Кирилова, Ж., В. Чаушева, М. Разсипийска. Случай с три канала на горен първи премолар. Проблеми на денталната медицина, 2009, 35(2): 80-82.

16. Колев, Н. Сравнителна характеристика на живялото в миналото и съвременно население на Толбухински окръг по някои стоматологични показатели. С., Канд. дис., 1983, 180.

17. Кузманова, Я. Явления на редукция в морфологията на кореновата и каналната система при втория долен молар. Стоматология, С., 1997, 79(1): 56-62.

18. Кузманова, Я. Възможности на клинико-рентгенологичния анализ в ендодонтията. Стоматология, С., 1998, 80(1): 63-68.

19. Кузманова, Я., Я. Анастасова. Втори горен молар – два случая с редки ендодонтски аномалии. Дентална медицина, 2012, 94(3): 231-239.

20. Кузманова, Я., Б. Инджов. Индикации за трансдентална имплантация: Долни резци. Зъболекарски преглед, 86, 2004, 23-30.

21. Минчева, М., И. Стаматова, Ст. Владимиров и др. Клиничен подход при лечение на ятрогенни перфорации. Зъболекарски преглед, 2008, 90, №1, стр. 24-29.

22. Пиринска, Р., С. Топалова-Пирнска. Dens invaginatus като вероятен ендодонтски проблем. Съвременна стоматология, 2004, 35(2): 3-9.

23. Радева, Е., С. Стоянова. Особености в морфологията на горен втори молар с четири корена и четири коренови канала. Клиничен случай. Проблеми на денталната медицина , 2012, 38(1): 50-55.

24. Радева, Е., Ц.Узунов, И. Иванов et al. Изследване на апикалната маргинална адаптация на пет вида материали (сканиращо електронно микроскопско изследване). Дентална медицина, 2016, 98(1): 18-25.

25. Симеонов, Й. и др. Строителни материали. Държавно издателство „Техника”, София, 1991, стр. 83-111.

26. Стаматова, И. Фактори, повлияващи оздравителния процес след лечение на фуркационни перфорации. Зъб. преглед 2002, 84, стр.50-56.

27. Стаматова, И. В. Минералтриоксидни агрегати и кореноканални перфорации. Дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор”. Пловдив, ФДМ, 2009.

28. Стаматова, И., Ст. Владимиров. Честота на корено-канални и фуркационни перфорации, лечебни подходи, обтуровъчни материали и резултати от тяхното лечение в клиничната практика на стоматолозите от град Пловдив. Зъболекарски преглед, 2004, 86, №2, стр. 90-95.

29. Стаматова, И., М. Какалова, Ст. Владимиров и др. Сравнително изследване на миграция на Al, Ca, Fe и Bi йони от MTA ProRoot и Портланд цимент във воден разтвор. Дентална медицина, 2009, 91, №1, стр. 16-20.

30. Тодоров, К., С. Попов, Н. Събев и др. Строителен наръчник. Държавно издателство „Техника”, София, 1983, стр. 370.

31. Томов, Г., Ст. Владимиров. Тауродонтизъм. Епидемиологични, генетични и клинични аспекти. Дентална медицина, 2010, 92(1): 57-61.

32. Топалова-Пиринска, С. Dens evaginatus – същност, разпространение, лечение и профилактика. Зъболекарски преглед, 2006, 88(2): 128-130.

33. Топалова-Пиринска, С., Ж. Кирилова, Р. Пиринска. Рентгенографско изследване на кореновата морфология на постоянните премолари. Дентална медицина, 2008, 90(2): 98-103.

34. Топалова-Пиринска, С., Е. Карова. Клинично поведение при лечение на зъбния кариес и неговите усложнения. София, 2013, „Скала принт", 194-201, 228-237.

35. Abella, F., S. Patel, F. Durán-Sindreu et al. Mandibular first molars with disto-lingual roots: review and clinical management. Int. Endod. J., 2012, 45(11): 963-978.

36. Abbott, P.V. Analysis of referral-based endodontic practice. Part I. Demographic data and reason for referral. J. Endod. 1994, 20(2): 93-96.

37. Abou-Rass, M., J. M. Jann, D. Jobe et al. Prepartion of space for posting: effect on thickness of canal walls and incidence of perforation in molars. J Am. Dent. Assoc. 1982, 104(6): 834-837.

38. AbuOnq, Z.A. Influence of plasma proteins on setting characteristics of mineral trioxide aggregate-like cement. A thesis submited to the University of Birmingham for the degree of Master of Philosophy. Chapter 5: Conclusions, p. 44.

39. Adiga, S., I. Ataide, M. Fernandes et al. Nonsurgical approach for strip perforation repair using mineral trioxide aggregate. J. Conserv. Dentistry, 2010, 13(2): 97-101.

40. Aggarval, V., A. Jain, D. Kabi. In vitro evaluation of effect of various endodontic solutions on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. Austr. Endod. J. 2011, 37: 61-64.

41. Alavi, A. M., A. Opasanon, Y.-L. Ng et al. Root and canal morphology of Thai maxillary molars. Int. Endod. J., 2002, 35 (5): 478-485.

42. Albuquerque, D.V., J. Kotoor, S. Dham et al. Endodontic management of maxillary permanent first molar with 6 root canals: 3 case reports. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol., Endod., 2010, 110(4): e79-83.

43. Al-Daafas, A. and S. Al-Nazhan. Histological evaluation of contaminated furcal perforations in dogs` teeth repaired by MTA with or without internal matrix. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol., Endod., 2007, 103(3): e92-99.

44. Al-Hezaimi, K., J. Naghshbandi, S. Oglesby et al. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. J. Endod. 2005, 31(6): 453-456.

45. Al-Kahtani, A., S. Shostad, R. Schifferle et al. In-vitro evaluation of microleakage of an orthrograde apical plug of mineral trioxide aggregate on permanent teeth with simulated immature apices. Endod. 2005, 31(2): 117-119.

46. Al-Murad, M.A. The measurement of surface hardness of mineral trioxide aggregate material (MTA), using two techniques of condensation. Al-Rafdain Dent. J. 2008, 8(2): 266-269.

47. Al-Rabeah, E., H. Perinpanayagam, D. MacFarland. Human alveolar bone cells interact with ProRoot and tooth-colored MTA. J. Endod. 2006, 32(9): 872-875.

48. Aminov, L., M. Moscalu, A. Melian et al. Clinical-radiological study on the role of biostimulating materials in iatrogenic furcation lesion. Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Lasi, 2012, 116(3): 907-913.

49. Andelin, W. E., D. F. Browning, G-H. R. Hsu et al. and M. Torabinejad. Microleakage of resected MTA. J. Endod. 2002, 28(8): 573-574.

50. Andreasen, J. O., E. C. Munksgaard, I. K. Bakland. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. Dent. Traumatol. 2006, 22(3): 154-156.

51. ANSI/ADA. Specification no.57: endodontic sealing materials. Chikago,IL: ANSI/ADA; 2000.

52. Aqrabawi, J. Mineral trioxide aggregate – a new experimental material for retrograde filling. Brit. Dent. J. 2000, 188(5): 266-268.

53. Araújo, R.A., C.F.M. Silveira, R.S. Cunha, et al. Single-session use of mineral trioxide aggregate as an apical barrier in a case of external root resorption. J. Oral. Sci., 2010, 52(2): 325-328.

54. Arens, D. E., M. Torabinejad. Repair of furcal perforation with mineral trioxide aggregate: two case reports. Oral. Surg., Oral Med., Oral Pathol., 1996, 82(1), 84-88.

55. Asgary, S. M. Parirokh, M. J. Egbbal et al. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. J. Endod. 2005, 31(2): 101-103.

56. Aureoseal – технически данни.

57. Badr, A. Marginal adaptation and citotoxicity of bone cement compared with amalgam and mineral trioxide aggregate as root-end filling materials. J. Endod. 2010, 36(6): 1056-1060.

58. Balasubramaniam, R., A. Krishnan, S. Jayakumar. Restoring the dignity: Case reports of root perforations managements. Int. J. Appl. Dent. Sci. 2017, 3(3): 171-174.

59. Baratto-Filho, F., L.F. Fariniuk, E.L. Ferreira et al. Clinical and macroscopic study of maxillary molars with two palatal roots. Int. Endod. J. 2002, 35: 796-801.

60. Bargholz, C. Perforation repair with mineral trioxide aggregate: a modified matrix concept. Int. End. J. 2005, 38 (1): 59-69.

61. Barnett, F. Mandibular molar with C-shaped canal. Endod. Dent. Traumatol. 1986, 2(2): 79-81.

62. Barrieshi-Nusair, K. M., H. M. Hammad. Intracoronal sealing comparison of mineral trioxide aggregate and glass-ionomer. Quintessence Int. 2005, 36(7-8): 539-545.

63. Batur, Y.B., G. Akar, Y. Yalcin et al. The cytotoxic evaluation of mineral trioxide aggregate and BioAggregate in the subcutaneous connective tissue of rats. Med. Oral. Pathol. Oral Cir. Bucal 2013, 18(4): e745-751.

64. Beatty, RG. A five-canal maxillary first molar. J. Endod. 1984, 10(4): 156-157.

65. Beer, R., M. Baumann, A. Kielbassa. Pocket atlas of endodontics. Thieme Medical Publishers, 2006, pp. 202-208.

66. Ber, B. S., G. F. Hatton, G. P. Steward. Chemical modification of ProRoot MTA to improve handling characteristics and decrease setting time. J. Endod. 2007, 33(10): 1231-1234.

67. Bergenholtz, G., P. Hørsted-Bindslev, C. Reit. Textbook of Endodontology. Second ed., 2010, Wiley-Blackwell, 188-190.

68. Bidar, M., S. Moradi, H. Jafarzadeh et al. Comparative SEM study of the marginal adaptation of white and gray MTA and Portland cement. Aust. Endod. J. 2007, 33(1): 2-6.

69. Bioaggregate – технически данни.

70. Biodentine™ Active Biosilicate Technology. Scientific file. Septodont, Research and Development department, Paris, 2010.

71. Bogen, G., S. Kuttler. Mineral trioxide aggregate obturation: A review and case series. J. Endod. 2009, 35(6): 777-790.

72. Bolger, W. L., W.G. Schindler. A mandibular first molar with a C-shaped root configuration. J. Endod., 1988, 14(10): 515-519.

73. Borges, A.H., F.L. Pedro, C.E. Miranda et al. Comparative study of physico-chemical properties of MTA-based and Portland cements. Acta Odontol. Latinoam., 2010, 23(3): 175-181.

74. Bortoluzzi, E. A., N. J. Broon, C. M. Bramante et al. Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. J. Endod. 2006, 32(9): 897-900.

75. Bortoluzzi, E.A., N.J. Broon, C.M. Bramante, et al. Mineral Trioxide Aggregate with or without Calcium chloride in Pulpotomy. J. Endod., 2008, 34(2): 172-175.

76. Bortoluzzi, E.A., E. M. Souza, R. M. Esberard et al. Fracture strength of bovine incisors after intra-radicular treatment with MTA in an experimental immature tooth model. Int. Endod. J. 2007, 40(): 684-691.

77. Boteva, E. Anatomy of the pulp of molars with severe root curvature. 21th Annual Assembly of IMAB, 12-15 May, 2011, Varna, Bulgaria. Poster presentation №26, p. 5.

78. Boteva, E., R. Iovchev. The sizes of pulp chambers of molars with severe root curvatures - in vitro comparative study. Acta Medica Bulgarica 2012, 39(1): 92-96.

79. Breault, L.G., E.B. Fowler, C. Patrice et al. Endodontic perforation. Repair with resin ionomer. J. Contemporary Dent. Practice. 2000, 1(4): 1-5.

80. Brito-Júnior, M., A. L. Faria-e-Silvia, B. Fonseca et al. Sealing ability of MTA used as cervical barrier in intracoronal bleaching. Acta Odontol. Latinoam. 2009, 22(2): 118-122.

81. Broon, N. J., C. M. Bramante, F. de Assis et al. Healing of root perforation treated with mineral trioxide aggregate and Portland cement. J. Appl. Oral Sci. 2006, 14(5): 305-311.

82. Brzecka, D.M., T. Staniowski. Novel bioceramic root repair materials: Review of the literature. Dent. Med. Probl. 2016,l 53(4): 551-558.

83. Budig, C.G., P. D. Eleaser. In vitro comparison of dry ProRoot MTA by moisture absorbend trough the root. J. Endod. 2008, 34(6): 712-714.

84. Camilleri, J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2007, 40(6): 462-470.

85. Camilleri, J. The physical properties of accelerated Portland cement for endodontic use. Int. Endod. J. 2008, 41(2): 151-157.

86. Camilleri, J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2008, 41(5): 408-417.

87. Camilleri, J. Characterization and chemical activity of Portland cement and two experimental cements with potential for use in dentistry. Int. Endod. J. 2008, 41(9): 791-799.

88. Camilleri, J. Modification of mineral trioxide aggregate. Physical and mechanical properties. Int. Endod. J. 2008, 41(10): 843-849.

89. Camilleri, J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. J. Dent. 2013, 41(7): 600-610.

90. Camilleri, J., F. E. Montesin, K. Brady et al. The constitution of mineral trioxide aggregate. Dental materials, 2005, 21(4): 297-303.

91. Camilleri, J., F. E. Montesin, L., Di Silvio et al. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. Int. Endod. J. 2005, 38(11): 834-842.

92. Camilleri, J., T. R. Pitt Ford. Evaluation of the effect of tracer pH on the sealing ability of glass ionomer cement and mineral trioxide aggregate. J. Mater. Sci. Mater. Med. 2008, 19(8): 2941-2948.

93. Camilleri, J., F. Sorrentino, D. Damidot et al. Investigation of the hydratation and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. Dent. Mater. 2013, 29(5): 580-593.

94. Camps, J., D.H. Pashley. Reliability of the dye penetration studies. J. Endod. 2003, 29(9): 592-594.

95. Caravia, L.G., E.G.Barbero. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturation. J. Endod., 2006, 32(9): 894-896.

96. Carlsen, O. Root complex and root canal system: a correlation analysis using one-rooted mandibular second molars. Scand. J. Dent. Res., 1990, 98(4): 273-285.

97. Carlsen, O., V. Alexandersen. Root canals in two-rooted maxillary second molars. Acta Odontol. Scand. 1997, 55(6): 330-338.

98. Carlsen, O., V. Alexandersen. Radix entomolaris in permanent mandibular molars: identification and morphology. Scand. J. Dent. Res., 1990, 98(5): 363-373.

99. Carlsen, O., V. Alexandersen. Radix paramolaris in permanent mandibular molars: identification and morphology. Scand. J. Dent. Res., 1991, 99(3): 189-195.

100. Carlsen, O., V. Alexandersen. Radix mesiolingvalis and radix distolingvalis in a collection of permanent maxillary molars. Acta Odontol. Scand., 2000, 58(5): 229-236.

101. Carlsen, O., V. Alexandersen, T. Heitmann et al. Root canals in one rooted maxillary second molars. Scand. J. of Dental Research, 1992, 100 (5): 249-256.

102. Cavenago, B.C., T.S. Pereira, M.A. Duarte. Influence of powder-to-water ratio on radiopacity, setting time, pH, calcium ion release and a micro-CT volumetric solubility of white mineral trioxide aggregate, Int. Endod. J. 2014, 47(2): 120-126.

103. Chace, R.Sr., S.B. Low. Survival characteristics of endodontically involved teeth: A 40-years study. J. Periodontol. 1993, 64(8):701-705.

104. Chan, C.P. C.P. Lin, S.C. Tseng et al. Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth. A survey of 315 cases in Chinese patients. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1999, 87(4): 504-507.

105. Charrier, M, E. Medioni. Microleakage of three filling material for furcation perforation. European Cells and Materials, 2007, 13(Suppl.1): 9.

106. Chogle, S., A. K. Mickel, D. M. Chan et al. Intracanal assessment of mineral trioxide aggregate setting and sealing properties. Gen. Dent. 2007, 55(4): 306-311.

107. Christie, W.H., M.D. Peikoff, H.M. Fogel. Maxillary molars with two palatal roots: a retrospective clinical study. J. Endod. 1991, 17: 80-84.

108. Ciaramela, F., A. Sassese, L. Ulianich et al. In vitro cytotoxic effects of several endodontic cements. IADR General session (July 14-17, 2010).

109. Cimilli, H., T. Chimilli, G. Mumcu et al. Spiral computed tomographic demonstration of C-shaped canals in mandibular second molars. Dentomaxillofac. Radiol., 2005, 34(3): 164-167.

110. Clauder, T., S. Jung Shin. Repair of perforation with MTA: clinical applications and mechanism of action. Edodontics Topics, 2009, 15, 32-35.

111. Clegborn, B.M., W.H. Christie, C.C.S. Dong. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: A literature review. J. Endod. 2006, 32(9): 813-821.

112. Cohen, S., R. C. Burns. Pathways of the pulp. (Ch. 7: Tooth morphology and cavity preparation). Mosby, St. Louis etc., seventh ed., 1998, pp.150-202,

113. Cook, H.G., F.L. Cox. C-chaped canal configurations in mandibular second molars. J. Am. Dent. Assoc., 1979, 99(5): 836-9.

114. Coomaraswamy, K. S., P. J. Lumley and M. P. Hofmann. Effect of bismuth oxide radioopacifier content on the material properties of an endodontic Portland cement-based (MTA-like) system. J. Endod. 2007, 33(3): 295-298.

115. Costa, A. T., L. K. Post, C. B. Xavier et al. Marginal adaptation and microleakage of five root-end filling materials: an in vitro study. Minerva Stomatol. 2008, 57(6): 295-300.

116. Cronström, R., B. Owall, N. Renè. Treatment injuries in dentistry – cases from one year in the Swedish patient insurance scheme. Int. Dent. J. 1998, 48(3): 187-195.

117. Cutajar, A., B. Mallia, S. Abela et al. Replacement of radiopacifier in mineral trioxide aggregate; characterization and determination of physical properties. Dent. Mater., 2011, 27(9): 879-891.

118. Da Costa Rocha, L.F., M.D. Sousa Neto, S.R. Fidel et al. External and internal anatomy of mandibular molars. Braz. Dent. J., 1996, 7(1): 33-40.

119. Dammaschke, T., H. U. V. Gerth, H. Zuchner et al. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. Dental materials, 2005, 21(8): 731-738.

120. Dankner, E., S. Friedman, A. Stabholz. Bilateral C-shaped configuration in maxillary first molars. J. Endod. 1990, 16(12): 601-603.

121. Dannesh, G., T. Dammaschke, H. U. Gerth, et al. A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. Int. Endod. J. 2006, 39(3): 213-219.

122. Daoudi, M. F. and W. P. Saunders. In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. J. Endod., 2002, 28(7): 512-515.

123. De Almeida-Gomes, F., C. Maniglia-Ferreira, B. Carvalho de Sousa et al. Six root canals in maxillary first molar. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 2009, 108(3): e157-159.

124. De-Deus, G., A. Canabarro, G. Alves et al. Optimal cytocompatibility of a bioceramic nanoparticulate cement in primary human mesenchymal cells. J. Endod. 2009, 35(10): 1387-1390.

125. De-Deus, G., V. Petruccelli, E. Gurgel-Filho et al. MTA versus Portland cement as repair material for furcal perforations: a laboratory study using a polymicrobial leakage model. Int. Endod. J. 2006, 39(4): 293-298.

126. De-Deus, G., C. Reis, C. Brandão et al. The ability of Portland cement, MTA and MTA Bio to prevent trough-and-trough fluid movement in repaired furcal perforations. J. Endod. 2007, 33(11): 1374-1377.

127. De Moor, R.J.G. C-shaped root canal configuration in maxillary first molars. Int. Endod. J., 2002, 35(): 200-208.

128. Deutsch, A.S., B.L. Musikant. Morphological measurements of anatomic landmarks in human maxillary and mandibular molar pulp chambers. J. Endod. 2004, 30(6): 388-390.

129. Di Caprio, G. Spagnuolo, V. D`Anto et al. Biocompatibility of a new Portland cement-based materials for endodontics. PEP of the IADR, London, UK, Sep. 10-12, 2008, poster 439.

130. Ding, S. J., C. T. Kao, M. Y. Shie et al. The physical and cytological properties of white MTA mixed with Na_2HPO_4 as an accelerant. J. Endod. 2008, 34(6): 748-751.

131. Do, Y., I. Soo, C.F. Zhang. A case report of six canals in a maxillary first molar. Clin. J. Dent. Res. 2011, 14(2): 151-153.

132. Eleftheriadis, G.I., T.P. Lambrianidis. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. Int. Endod. J. 2005, 38(10): 725-734.

133. Erdem, A. P., E. Sepet. Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices. Dent. Traumatol. 2008, 24(5): e38-41.

134. Erkut, S., R. C. Tanyel, N. Keklikoglu et al. A comparative microleakage study of retrograde filling materials. Turc. J. Med. Sci. 2006, 36: 113-120.

135. Estrela, C., L. L. Bammann, C. R. Estrela et al. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, Calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. Braz. Dent. J., 2000, 11(1): 3-9.

136. Fabra-Campos, H. Unusual root anatomy of mandibular first molars. J. Endod., 1985, 11(12): 568-572.

137. Fan, B., G.S.P. Cheung, M. Fan et al. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I – Anatomical features. J. Endod., 2004, 30(12): 899-903.

138. Fan, B., G.S.P. Cheung, M. Fan et al. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part II – Radiographic features. J. Endod., 2004, 30(12): 904-908.

139. Farkas, L. G. Anthropometry of the head and face. Raven press, USA, New York, 1994, Second edition, pp. 17-70.

140. Fava, L.R.G. Root canal treatment in an unusual maxillary first molar: a case report. Int. Endod. J., 2001, 34: 649-653.

141. Fava, L.R.G., I. Weinfeld, F. P. Fabri et al. Four second molars with single roots and single canals in the same patient. Int. Endod. J., 2000, 33 (2): 138-142.

142. Ferraz, J.A.B., J.D. Pécora. Three-rooted mandibular molars in patient of Mongolian, caucasian and negro origin. Braz. Dent. J., 1992, 3(2): 113-117.

143. Ferris, D. M., J. C. Baumgartner. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. J. Endod. 2004, 30(6): 422-424.

144. Formosa, L.M., B. Mallia, J. Camilleri. A quantative method for determining the antiwashout characteristics of cement-based dental materials including mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J., 2013, 46(2): 179-186.

145. Fridland, M., R. Rosado. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water to powder ratio. J. Endod. 2003, 29(12): 814-817.

146. Fridland, M., R. Rosado. MTA solubility: a long term study. J. Endod. 2005, 31(5): 376-379.

147. Gandolfi, M. G., S. Sauro, F. Mannocci et al. New tetracilicate cements as retrograde filling material: an in vitro study on fluid penetration. J. Endod. 2007, 33(6): 742-745.

148. Gandolfi, M.G., F. Siboni, A. Polimeni et al. In vitro screening of the apatite-forming ability, biointeractivity and physical properties of a tricalcium silicate material for endodontics and restorative dentistry. Dent. J., 2013, 1: 41-60.

149. Gansedo-Caravia, L., E. Garcia-Barbero. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. J. Endod. 2006, 32(9): 894-896.

150. Gao, Y., B. Fan, G.S.P.P. Cheung et al. C-shaped canal system in mandibular second molars. Part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. J. Endod., 2006, 32(11): 1062-1065.

151. Garg, A.K., R.K. Tewari, A. Kumar et al. Prevalence of three-rooted mandibular permanent first molars among the Indian population. J. Endod. 2010, 36(8): 1302-1306.

152. Gautam, G., S. Alam, S.K. Mishra et al. Management of niatrogenic lateral root perforation at the alveolar crestal level using Biodentine: A case report with 2 years follow up. IOSR – JDMS, 2017, 16(12): 67-69.

153. Girdea**,** M., C. Ciobanu, C. Amariei. Advantage of ProRoot MTA in treating periapical lesions, clinical cases. OHDMBSC, 2006, VI, 34-40.

154. Göhring, K. S., B. Lehnert und M. Zehnder. Indikationsbereichte von MTA, eine Übersicht. Teil 2: Klinische Anwendung. Schweiz Monatsschr. Zahnmed., 2004, 114(3): 223-230.

155. Gopikrishna, V., N. Bhargavi, D. Kandaswami. Endodontic management of a maxillary first molar with a single canal diagnosed with the aid of spiral CT: A case report. J. Endod., 2006, 32(7): 687-691.

156. Grech, L., B. Mallia, J. Camilleri. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. Dent. Mater. 2013, 29(2): e20-28.

157. Green, D. Double canals in single roots. Oral Surg., 1973, 35(6): 689-696.

158. Grover, R., S.D. Grover, R. Singla. Management of midroot perforation using Biodentine. Int. J. Clin. Prevent. Dent. 2013, 9(2): 121-124.

159. Gu, Y., Q. Lu, H. Wang et al. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molar - Part I: Pulp floor and root canal system. J. Endod. 2010, 36(6): 990-994.

160. Gu, Y., Q. Lu, H. Wang et al. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molar: Part I – Measurement of root canal curvatures. J. Endod. 2010, 36(8): 1341-1346.

161. Guerisoli, D.M.Z., R.A. de Souza, M.D. de Sousa Neto et al. External and internal anatomy of third molars. Braz. Dent. J, 1998, 9(2): 91-94.

162. Guiliani, V., M. Nieri, R. Pace et al. Effects of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate and Aureoseal: in vitro study. J. Endod. 2010, 36(11): 1883-1886.

163. Gul, M., N. Vanamala, H.M. Rao et al. Bioceramics in endodontics: literature review of Biodentine and Mineral trioxide aggregate with case reports. IOSR – J. Dent. Med. Sci, 2018, 17(2): 77-83.

164. Guo, F. Q., Y. S. Gao, F. Niu et al. [Treatment of teeth with open canal system using mineral trioxide aggregate as apical barrier under the dental operating microscope]. Shanghai Kou Qiang Yi Xue. 2008, 17(2): 129-131.

165. Gusiyska, A., E. Dyulgerova. Bioceramics of calcium phosphate in endodontic treatment. A case report. 14th Biennial Congress of the European Society of Endodontology. Septembre 24-26, 2009, Edinburg, Scotland. Oral presentation, Abstract book – 32.

166. Ha, W.N., T. Nicholson, B. Kahler et al. Mineral trioxide aggregate – a review of properties and testing methodologies. Materials, 2017, 10, 1261; doi:10.3390/1261.

167. Haddad, G. Y., W. B. Nehme, H. F. Ouinsi. Diagnosis, classification, and frequency of C-shaped canals in mandibular second molars in the Lebanese population. J. Endod., 1999, 25(4): 268-271.

168. Hamad, H.A., P.A. Tordisk, S.B. McClanahan. Furcation perforation repair comparing gray and white MTA: a dye extraction study. J. Endod., 2006, 32(4): 337-340.

169. Han, L., T. Okiji. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. Int. Endod. J., 2011, 44(12): 1081-1087.

170. Hardy, I., F. R. Liewehr, A. P. Joyce et al. Sealing ability of One-up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. J. Endod., 2004, 30(9): 658-661.

171. Hashem, A. A., E. E. Hassanien. ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study. J. Endod. 2008, 34(1): 59-61.

172. Hegde, S., D. Shetty, S. Hegde. The advent of bioactive materials in dentistry: a review. RJPBCS, 2016, 7(5): 2701-2705.

173. Hembrough, M.W., W.A. Meares, J. Cohen, et al. Non-surgical post perforation repair with mineral trioxide aggregate: a case report. J. Mich. Dent. Assoc. 2003, 85(8): 36-38.

174. Heredia, A.L., S.A. Bhagwat, L.P. Mandke. Biodentine as materi8al of choice for furcal perforation repair – A case report. Annals of Prosth. And Restor. Dent. 2016, 2(2): 54-57.

175. Hernandez, E.P., T.M. Botero, M.C. Mantellini, et al. Effect of ProRoot MTA mixed with chlorhexidine on apoptosis and cell cycle on fibroblast and macrophages. Int. Endod. J. 2005, 38(2): 137-143.

176. Holan, G., A. Chosack. Single-rooted molars in the primary and permanent dentition in two siblings: case report. Pediatr. Dent. 1991, 13(6): 367-369.

177. Holland, R., J. A. O. Filho, V. de S**o**uza et al. Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. J. Endod. 2001, 27(4): 281-284.

178. Holland, R., L. Mazuqueli, V. de Souza et al. Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissues response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. J. Endod. 2007, 33(6): 693-697.

179. Holt, D. M., J. D. Watts, T. C. Kirkpatrick et al. The antimicrobial effect against enterococcus faecalis and the compressive strength of two types of mineral trioxide aggregate mixed with sterile water or 2% chlorhexidine liquid. J. Endod. 2007, 33(7): 844-847.

180. Hong, S.-T., K.-S. Bae, S.-H. Baek et al. Microleakage of accelerated mineral trioxide aggregate and Portland cement in an in vitro apexification model. J. Endod. 2008, 34(1): 56-58.

181. Hou, G.-L., S.-F. Chen, Y.-M. Wu et al. The topography of the furcation entrance in Chinese molars. J. Clin. Periodontol. 1994, 21: 451-456.

182. Hungaro Duarte, M.A., P.G. Minotti, C.T. Rodrigues et al. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland cement and white mineral trioxide aggregate. J. Endod., 2012, 38(3): 394-397.

183. Hungaro Duarte, M.A., P.G. Minotti, C.T. Rodrigues et al. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland cement and white mineral trioxide aggregate. J. Endod., 2012, 38(3): 394-397.

184. Ibarrola, J. L., S. G. Biggs, and T. J. Beeson. Repair of a large furcation perforation: a four-year follow-up. J. Endod. 2008, 34(5): 617-619.

185. Ingle, J.I, L. K. Bakland, J. C. Baumgartner. Ingle`s Endodontics 6. People`s medical publishing house - USA, 2008, pp. 1125 – 1161.

186. Ioannidis, K., T. Lambrianidis, P. Beltes et al. Endodontic management and cone-beam computed tomography of seven maxillary and mandibular molars with single roots and single canals in a patient. J. Endod., 2011, 37(1): 103-109.

187. Ironside**,** J. Magnification: the choice. Australasian Dental Practice, 2010, Mar/Apr, 116-118.

188. Islam, I., H. K. Chng and A. U. Yap. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. J. Endod. 2006, 32(3): 193-197.

189. Iwamoto, C.E., A. Erika, C.H. Pameijer, et al. Clinical and histological evaluation of white ProRoot MTA in direct pulp capping. Am. J. Dent. 2006, 19(2): 85-90.

190. Jamani, K.D., M.A. Fayyad. A radiographic study of the prevalence of endodontically treated teeth and procedural errors of root canal filling. Odontostomatol. Trop. 2005, 28(111): 29-33.

191. Janani, M., S. Rahimi, S. Shahi et al. Endodontic treatment of hypertaurodont mandibular second molar: a case report. Iran. Endod. J., 2011, 6(3): 133-135.

192. Jayakumar, M. A review of literature with clinical; applications. IOSR, J. Dent. Med Sci, 2018, 17(3): 4-11.

193. Jenkins, S., J. Kulild, K. Williams et al. Sealing ability of three materials in the orifice of root canal systems obturated with gutta-percha. J. Endod. 2006, 32(3): 225-227.

194. Jin, G.-C., S.-J. Lee, B.-D. Roh. Anatomical study of C-shaped canals in mandibular second molars by analysis of computed tomography. J. Endod., 2006, 32(1): 10-13.

195. John, A. D., T. D. Webb, G. Imamura et al. Fluid flow evaluation of Fuji Triage and gray and white ProRoot mineral trioxide aggregate intraorifice barriers. J. Endod. 2008, 34(7): 830-832.

196. Kang, J.S., E.M. Rhim, S.Y. Huh et al. The effects of humidity and serum on surface microhardness and morphology of five retrograde fillimg materials. Scanning, 2012, 34(4): 207-214.

197. Karapinar-Kazandag, M. B.R. Basrani, S. Friedman. The operating microskope enhanced detection and negotion of accessory mesial canals in mandibular molars. J. Endod., 2010, 36(8): 1289-1294.

198. Karimjee, C. K., S. Koka, D. M. Rallis et al. Cellular toxicity of mineral trioxide aggregate mixed with an alternative delivery vehicle. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol., Endod. 2006, 102(4): e115-120.

199. Karthikeyan, M., S. Mahalaxmi. New nomenclature for extra canals based on four reported cases of maxillary first molars with six canals. J. Endod. 2010, 30(6): 1073-1078.

200. Karunakaran, J.V. R. Shobana, M. Kumar et al. Management of middle mesial canal in mandibular second molar. J. Pharm. Bioallied Sci., 2012, 4(Suppl 2): S161-164.

201. Kaufman, A. The accessory root of the mandibular molar – an endodontic problem. Quintess. Int., 1984, 15(3): 301-305.

202. Kayahan, M.B., M.N. Nekoofar, M. Kazandag et al. Effect of acid-etching procedure on celected physical properties of mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2009, 42(11): 1004-1014.

203. Keinan, D., E. Nuni, I. Slutzki-Goldberg. Is a C-shaped configuration possible in teeth other than mandibular molars? Quintessence Int. 2009, 40(7): 541-543.

204. Khabbaz, M.J., F. Protogorou, E. Douka. Radiographic quality of root filling performed by undergraduated students. Int. Dent. J. 2010, 43(6): 499-508.

205. Khalil, W.A., N.F. Eid. Biocompatibility of BioAggregate and mineral trioxide aggregate on the liver and kidney. Int. Endod. J. 2013, 46(8): 730-737.

206. Khojastepour, L., N. Rahimizadeh, A. Khayat. Morphologic measurement of anatomic landmarks in pulp chambers of human first molar: a study of bitewing. Iranian Endod. J., 2008, 2(4): 147-151.

207. Kim, S.Y., S.E. Yang. Cone-beam computed tomography study of incidence of distolingual root and distance from distolingual canal to buccal cortical bone of mandibular first molars in a Korean population. J. Endod., 2012, 38(3): 301-304.

208. Kim,Y., S. Kim, Y.S. Shin et al. Failure of setting of mineral trioxide aggregate in the presence of fetal bovine serum and its prevention. J. Endod. 2012, 38(4): 536-540.

209. Kogan, P. J. He, G.N. Glickman, I. Watanabe. The effects of various additives on setting properties of MTA. J. Endod. 2006, 32(6): 569-572.

210. Kokate, S. R., A.M. Pawar. An in vitro comparative stereomicroscopic evaluation of marginal seal between MTA, glass ionomer cement and Biodentine as root end filling materials using 1% methilene blue as tracer. Endodontology, 2012, 24(2): 36-42.

211. Komabayashi, T. and L. S. W. Spångberg. Comparative analysis of the particle size and shape of commercially available Mineral Trioxide aggregates and Portland cement: A study with a flow particle image analyzer. J. Endod. 2008, 34(1): 94-98.

212. Kottoor, J., S. Hemamalathi, R. Sudha et al. Maxillary second molar with 5 roots and 5 canals evaluated using cone beam computerized tomography: a case report. Oral Surg. Oral Med.,Oral Pathol., Oral Radiol., Endod., 2010, 109(2): e162-165.

213. Kottoor, J., N. Velmurugan, N. Surendran. Endodontic management of maxillary first molar with eight root canal systems evaluated using cone-

beam computed tomography scanning: a case report. J. Endod. 2011, 37(5): 715-719.

214. Koubi, G., P. Colon, J.-C. Franquin et al. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restorations of posterior teeth - a prospective study. Clin. Oral Investig. 2013, 17(1): 243-249.

215. Kouzmanova, Y., A. Kyullyu, D. Kuntis, P. Leventis, D. Iskrova, M. Malcheva, R. Petrova, R. Todorov. Occlusal surface pattern and radiographic root configuration of the mandibular second molar: A correlation analysis. 9th Congress of the BASS, Ohrid, 13-16 May, 2004. Poster presentation, Abstract book, pp. 130-131.

216. Kouzmanova, Y., A. Kyullyu, D. Kuntis, R. Petrova, R. Todorov, M. Malcheva, D. Iskrova, P. Leventis. Rare morphological endodontic phenomena in the permanent molars in the Bulgarian population: Incidence and racial consideration. 3rd International Congress of Medical Sciences (ICMS) for medical students and young doctors, Sofia, 13-16 may, 2004, Poster presentation. Proceeding, p. 114.

217. Krupalini, K. S., Udayakumar, K. B. Jayalakshmi. A comparative evaluation of medicated calcium sulphate, hydroxylapatite, mineraltrioxide aggregate (MTA) as a barrier and their effect on the sealing ability of furcation perforation repair material: an in vitro study. Indian J. Dent. Res. 2003, 14(3): 156-161.

218. Kubo, C. H., A. P. Gomes, M. N. Mancini. In vitro evaluation of apical sealing in root apex treated with demineralization agents and retrofilled with mineral trioxide aggregate trough marginal dye leakage. Braz. Dent. J. 2005, 16(3): 187-91.

219. Kuttler, S., A. McLean, S. Dorn et al. The impact of post space preparation with Gates-Glidden drills on residual dentin thickness in distal roots of mandibular molars. J Am. Dent. Assoc. 2004, 135(7): 903-909.

220. Kvinnsland, I., R.J. Oswald, A. Halse et al. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. Int. Endod. J. 1989, 22(2): 75-84.

221. Lambrianidis, T., K. Lyroidia, O. Pandelidou et al. Evaluation of periapical radiographs in the recognition of C-shaped mandibular second molars. Int. Endod., J. 2001, 34(6): 458-462.

222. Law, A. S., R. H. Beaumont. Resolution of furcation bone loss associated with vital pulp tissue after nonsurgical root canal treatment of three-rooted mandibular molars: A case report of identical twins. J. Endod. 2004, 30(6): 444-447.

223. Leal Silva, E.J.N, Y. Nejaim, A.V. Silva et al. Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone-beam computed tomography: An in vitro study. J. Endod, 2013, 39(7): 849-852.

224. Lee, J.H., K.D. Kim, J.K. Lee et al. Mesiobuccal root canal anatomy of Korean maxillary first and second molars by cone beam computed tomography. Oral Surg. Oral Med.,Oral Pathol., Oral Radiol., Endod., 2011, 111(6): 785-791.

225. Lee, S.J., M. Monsef, M. Torabinejad. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. J. Endod., 1993, 19: 541-544.

226. Lee, Y. L., B. S. Lee, F. H. Lin et al. Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. Biomaterials 2004, 25(5): 787-793.

227. Lee, Y. L., F. H. Lin, W. H. Wang et al. Effects of EDTA on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. J. Dent. Res. 2007, 86(6): 534-538.

228. Lin, L.M., P.A. Rosenberg, J. Lin. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? J Am. Dent. Assoc. 2005 136(2): 187-193.

229. Loh, H.S. Incidence and features of three-rooted permanent mandibular molars. Austr. Dent. J., 1990, 35(5): 434-437.

230. Loh, H. S. Mongoloid features of the mandibular second molar in Singaporean Chinese. Austr. Dental J., 1991, 36(6): 442-444.

231. Lokade, J., S. Rawlani, K. Baheti et al. Morphological measurement of anatomic landmarks in human mandibular molar pulp chamber – an in vivo study. J. Kor. Dent. Sci 2011, 4(1): 1-5.

232. Madfa, A.A., F.A. Al-Sanabani, N.H. Al-Qudami. Endodontic repair filling materials: A review article. British J. Med. Res, 2014, 4(16): 3059-3079.

233. Maggiore, F., Y.T. Jou, S. Kim. A six-canal maxillary first molar: case report. Int. Endod. J., 2002, 35(5): 486-491.

234. Main, C., N. Mirzayan, Sh. Shabahang and M. Torabinejad. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: A long-term study. J. Endod. 2004, 30(2): 80-83.

235. Majzoub, Z., S. Kon. Tooth morphology following root resection procedures in maxillary first molar. J. Periodontol. 1992, 63(4): 290-296.

236. Margarit, R., O.C. Andrei, V. Mercut. Anatomycal variation of mandibular second molar and its implication in endodontic treatment. Rom. J. Morphol. Embriol., 2012, 53(2): 413-416.

237. Martin, L.R., B. Gilbert, A.W. Dickerson. Management of endodontic perforations. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol. 1982, 54(6): 668-677.

238. Martin, R. L., F. Monticceli, W. W. Brackett et al. Sealing properties of mineral trioxide aggregate apical plugs and root fillings in in vitro apexification model. J. Endod., 2007, 33(3): 272- 275.

239. Martínez-Berná, A., P. Ruiz-Badanelli. Maxillary first molars with six canals. J. Endod. 1983, 9(9): 375-381.

240. Matt, G. D., J. R. Thorpe, J. M. Strother et al. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. J. Endod. 2004, 30(12): 876-879.

241. McCabe, P. S. Avoiding perforation in endodontics. J. Irish Dental Association, 2006, 52(3): 139-148.

242. McCabe, P. S., P.M.H. Dummer. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. Int. Endod. J. 2012, 45(2): 177-197.

243. Mehr Varz Far, P., A. Dahi Taleghani, A. Behnia. The comparison of sealing ability of amalgam, MTA and Geristore in repairing furcal perforations (in vitro). J. of dental school, spring 2005, 23(1): 160-171.

244. Melton, D.C., K.V. Krell, M.W. Fuller. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. J. Endod., 1991, 17(8): 384-388.

245. Menezes, R., U.X. da Silva Neto, E. Carneiro, C. M. Bramante et al. MTA repair of supracrestal perforation: a case report. J. Endod. 2005, 31(3): 212-214.

246. Mente, J., N. Hage, T. Pfefferle et al. Mineral trioxide aggregate apical plugs in teeth with open apical foramina: a retrospective analysis of treatment outcome. J. Endod. 2009, 35(10): 1354-1358.

247. Mente, J., N. Hage, T. Pfefferle et al. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations. J. Endod. 2010, 36(2): 208-213.

248. Mirikar, P. A. Shenoy and G.K. Mallikarjun. Nonsurgical management of endodontic mishaps in a case of radix entomolaris. J. Conserv. Dent., 2009, 12(4): 169-174.

249. Mishra, T., S. Arora, N. Sridevi et al. Clinical applications of Biodentine: A case series. I(nt. J. Cont. Med. Surg. Radiol. 2017, 2(1): 10-14.

250. Montellano, A., S. A. Schwartz, T. J. Beeson. Contamination of tooth-colored mineral trioxide aggregate used as a root end filling material: a bacterial leakage study. J. Endod. 2006, 32(5): 452- 455.

251. Moreinis, S.A. Avioding perforation during endodontic access. J. Am. Dent. Assoc. 1979, 98(5): 707-712.

252. Motamedi, M.H. Surgical management of iatrogenic root perforation following endodontic therapy. N Y State Dent. J. 2006, 72(5): 40-41.

253. MTA-Angelus. Root canal reparative MTA cement. Технически данни (Angelus, Brazil).

254. Namazikhah, M. S., M. N. Nekoofar, M. S. Sheykhrezae et al. The effect of pH on surface hardness and microstructure of minerale trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2008, 41(2): 108-116.

255. Neelakantan, P., C.V. Subbarao and M. Ravindranath. Root and canal morphology of mandibular second molars in an Indian population. J. Endod., 2010, 36(8): 1319-1322.

256. Nekoofar, M. H., G. Adusei, M. S. Sheykhrezae et al. The effect of condensation pressure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2007, 40(6): 453-461.

257. Nekoofar, M.H., Z. Aseeley, P.M.H. Dummer. The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2010, 43(10): 312-320.

258. Nekoofar, M.H., K. Oloomi, M.S. Sheikhrezae et al. An evaluation of the effect of blood and human serum on the surface microhardness and surface microstructure of mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2010, 43(10): 849-858.

259. Nekoofar, M.H., D.F. Stone, P.M.H. Dummer. The effect of blood contamination on the compressive strength and surface microstructure of mineral trioxide aggregate. Int. Endod. J. 2010, 43(9): 782-791.

260. Newell, D.H. The diagnosis and treatment of molar furcation invasion. Dent. Clin. North America 1998, 42: 301-337.

261. Noetzel, J., K. Ozer, B. H. Reisshauer et al. Tissue response to an experimental calcium phosphate cement and mineral trioxide aggregate as materials for furcation perforation repair: a histological study in dogs. Clin. Oral. Investig. 2006, 10(1): 77-83.

262. Nowicka, A., M. Lipski, M. Parafuniuk et al. Response of human dental pulp capped with Biodentine and mineral trioxide aggregate. J. Endod., 2013, 39(6): 743-747.

263. Oliveira, M.G., C.B. Xavie, F. Demarco et al. Comparative chemical study of MTA and Portland cements. Braz. Dent J., 2007, 18(1): 3-7.

264. Oliveira, T. M., V. T. Sakai, T. C. Silva et al. Mineral trioxide aggregate as an alternative treatment for intruded permanent teeth with root resorption and incomplete apex formation. Dent. Traumatol., 2008, 24(5): 565-568.

265. Pace, R., V. Guiliani, G. Pagavino. Mineral trioxide aggregate in the treatment of external invasive resorption: a case report. Int. Endod. J. 2008, 41(3): 258-266.

266. Parirokh, M., M. Torabinejad. Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review – part I: chemical, physical, and antibacterial properties. J. Endod. 2010, 36(1): 16-27.

267. Parirokh, M., M. Torabinejad. Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review – part III: clinical application, drawbacks, and mechanism of action. J. Endod. 2010, 36(3): 400-413.

268. Park, J.W., S.H. Hong, J.H. Kim et al. X-ray diffraction analysis of white Pro-Root MTA and Diadent BioAggregate. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol., Endod., 2010, 109(1): 155-8.

269. Patino, M.G., M.E. Neiders, S. Andreana et al. Collagen as an implantable material in medicine and dentistry. J.Oral Implantology, 2002, 28(5): 220-225.

270. Pecora, Y.J, J.B. Woelfel, M. D. Sousa Neto et al. Morphologic study of the maxillary molars. Part II: Internal anatomy. Braz. Dent. J., 1992, 3 (1): 53-57.

271. Peikoff, M.D., Cristie, W,H., Fogel, H.M. Maxillary second molar: Variation in the number of roots and canals. Int. Endod. J. 1996, 29(6): 365-369.

272. Pelliccioni, G. A., C. P. Vellani, M. R. Gatto et al. Proroot mineral trioxide aggregate cement used as a retrograde filling without addition of water: an in vitro evaluation of its microleacage. J. Endod. 2007, 33(9): 1082-1085.

273. Pérard, M., J. Le Clerc, F. Meary et al. Spheroid model study comparing the biocompatibility of biodentine and MTA. J. Mater. Sci Mater. Med., 2013, 24(6): 1527-1534.

274. Pereira, C. L., M. S. Cenci, F. F. Demarco. Sealing ability of MTA, Super EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materals. Braz. Oral res. 2004, 18(4): 317-321.

275. Pichardo, M. R., S. W. George, B. E. Bergeron et al. Apical leakage of root-end placed SuperEBA, MTA, and Geristore restorations in human teeth previously stored in 10% formalin. J. Endod. 2006, 32(10): 956-959.

276. Pineda, F., Y. Kuttler. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7, 275 root canals. Oral Surg., 1972, 33(1): 101-110.

277. Pitt Ford, T. R., M. Torabinejad, D. J. McKendry, et al. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., 1995, 79(6): 756-763.

278. Plotino, G. A mandibular third molar with three mesial roots: A case report. J. Endod. 2008, 34(2): 224-226.

279. Plotino, G., N.M. Grange, R. Pecci et al. Three-dimentional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. J. Am. Dent. Assoc., 2006, 137(11): 1555-1561.

280. Poggio, C., M. Lombardi, C. Alessandro et al. Solubility of root-end-filling materials: a comparative study. J. Endod. 2007, 33(9): 1094-1097.

281. Pomeranz, H.H., D.L. Eidelman, M.G. Goldberg. Treatment consideration of the middle mesial canal of mandibular first and second molars. J. Endod. 1981, 7: 565-568.

282. Portland cement. U. S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Materials group.

283. Pradelle-Plasse, N., X.-V. Tran, P. Colon et al. Emerging trends in (bio)material research. An example of new material: preclinical multicentric studies on a new Ca3SiO5-based dental material. In: Goldberg, M. et al., editors. *Biocompatibility or cytotoxic effects of dental composites.*1. Oxford, UK: Coxmoor Publishing Company; 2009, pp. 184-203.

284. Prati, C., M.G. Gandilfi. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspecti9ves and clinical applications. Dent. Mater. 2015, 31(4): 351-370.

285. Rafter, M., M. Baker, M. Alves et al. Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations. Int. End. J., 2002, 35, 775-783.

286. Rahimi, S., S. Shahi, M. Lotfi et al. Root canal configuration and prevalence of C-shaped canals in mandibular second molars in an Iranian population. J. Oral Sci., 2008, 50(1): 9-13.

287. Rahimi, S., S. Shahi, M. Lotfi et al. Comparison of microleakage with three different thicknesses of mineral trioxide aggregate as root-end filling material. J. Oral Sci. 2008, 50(3): 273-277.

288. Raiden, G., S. Koss, L. Costa et al. Radiographic measurement of residual root thickness in premolars with post preparation. J. Endod. 2001, 27(4): 296-298.

289. Raja, S., G. Nath, D. Emmadi et al. Treatment of an isolated furcation involved endodontically treated tooth – a case report. J. Conserv. Dent. 2007, 10(4): 129-133.

290. Ramford, S.P., J.W. Knowles, E.C. Morrison et al. Results of periodontal therapy related to tooth type. J. Periodontol. 1980, 51: 270-273.

291. Raskin, A., G. Eschrich, J. Dejou et al. In vitro microleakage of Biodentine as a dentine substitute compared to Fuji II LC in cervical lining restorations. J. Adhes. Dent. 2012, 14(6): 535-542.

292. Regan, J. D., D. E. Witherspoon, D. M. Foyle. Surgical repair of root and tooth perforatons. End. Topics, 2005, 11, 152-178.

293. Reuben, J., N. Velmurugan, D. Kandaswamy. The evaluation of root-canal morphology of the mandibular first molar in an Indian population using spiral computed tomography scan: An in vitro study. J. Endod., 2008, 34(2): 212-215.

294. Reyes-Carmona, J.F., M.S. Felippe, W.T. Felippe. The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentin enchances the push-out strength. J. Endod. 2010, 36(2): 286-291.

295. Rhim, E.M., S.Y. Huh, S.J. Ahn et al. Comparison of the microhardness and morphology of five different retrograde filling materials in aqueous and dry conditions. Scanning. 2012, 34(6): 359-366.

296. Roberti Garcia, L.da F., M.A. Chinelatti, H.L. Rossetto et al. Solubility and desintegration of new calcium aluminate cement (EndoBinder) containing different radiopacifying agents. J. Endod. 2014, 40(2): 261-265.

297. Roberts, H. W., J. M. Toth, D. W. Berzins et al. Mineral trioxide aggregate material – use in endodontic treatment. Dental materials, 2008, 24(2): 149-164.

298. Roda, R. S. Root perforation repair: surgical and nonsurgical management. Pract. Proced. Aesthet. Dent. 2001, 13(6): 467-472.

299. Romito, G.A., F.E. Pustiglioni. Biometric study of furcation area of first maxillary molars. Braz. Dent. J. 2004, 15(2): 155-158.

300. Rosares-Leal, J.I., V. Gaya, M. Capilla et al. Influence of cavity preparation technique (rotary vs ultrasonic) on microleakage and marginal fit of six root filling material. Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal. 2011, 16, (2): 185-189.

301. Saghiri, M.A., K. Asgar, M. Lotfi et al. Effect of storage temperature on seling ability of white mineral trioxide aggregate. Acta Odontol. Scand., 2012, 70(6): 536-540.

302. Saghiri, M.A., M. Lotfy, A. M. Saghiri et al. Effect of pH on sealing ability of white mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. J. Endod. 2008, 34(10): 1226-1229.

303. Saghiri, M.A., J. Ricci, M. Daliri Joupari et al. A comparative study of MTA solubility in various media. Iran. Endod. J., 2011, 6(1): 21-24.

304. Sanghavi, T., N. Shah, R.R. Shah. Comparative analysis of sealing ability of Biodentine and calcium phosphate cement against mineral trioxide aggregate (MTA) as a furcal perforation repair material. NJIRM, 2013, 4(3): 56-60.

305. Santos, A. D., J. C. S. Moraews, E. B. Araujo et al. Physico-chemical propereties of MTA and novel experiment cement. Int. Endod. J. 2005, 38(7): 443-447.

306. Sarkar, N. K., R. Caicedo, P. Ritwik et al. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. J. Endod. 2005, 31(2): 97-100.

307. Sato, I., N. Ando-Kurihara, K. Kota et al. Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline in situ. Int. Endod. J., 1996, 29(2): 118-124.

308. Sberna, M.T., G. Rizzo, E. Zacchi et al. A preliminary study of the use of peripheral quantitative computed tomography for investigating root canal anatomy. Int. Endod. J., 2009, 42(): 66-75.

309. Schäfer, E., D. Breuer, S. Janzen. The prevalence of three-rooted mandibular permanent first molar in a German population. J. Endod., 2009, 35(2): 202-205.

310. Scheid, R.C., G. Weiss. Woefel`s Dental Anatomy. 11th edition, Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelfia, London etc., 2012, p,25.

311. Schwartz, R.S., M. Mauger, D.J. Clement. Mineral Trioxide aggregate: A new material for endodontics. J. A. D. A., 1999, 130(7): 967-975.

312. Scotti, R., L.Villa, S. Carossa. Clinical applicability of the radiographic method for determining the thickness of calcified crown tissues. J. Prosthet. Dent 1991, 65: 65-67.

313. Sempira, H. N., G.R. Hartwell. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical stydy. J. Endod., 2000, 26(11): 673-674.

314. Seo, M.S. and D.S. Park. C-shaped root-canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. Int. Endod. J., 2004, 37(2): 139-144.

315. Sert, S., G.S. Bayirli. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. J. Endod., 2004, 30(6): 391-398.

316. Shahi, S., S. Rahimi, M. Hasan et al. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study. J. Oral Sci. 2009, 51(4):601-606.

317. Shenoy, N. A. Shenoy. Endo-perio lesions: Diagnosis and clinical considerations. Indian J. Dent. Res. 2010, 21(4): 579-585.

318. Shipper, G., E. S. Grossman, A.J. Botha et al. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. Int. Endod. J. 2004, 37(5): 325-336.

319. Shokouhinejad, N, M.H. Nekoofar, H. Razmi et al. Bioactivity of EndoSequence root-repair material and Bioaggregate. Int.Endod. J. 2012, 45(12): 1127-1134.

320. Shreedevi, M., C. D. Dwarakanath. Supernumerary roots with enamel pearl – the cause for localized periodontitis: A case report. Int. J. Case Reports 2012, 2(1): 51-55.

321. Sidow, S., L.A. West, F.R. Liewehr et al. Root canal morphology of human maxillary and mandibular molars. J. Endod., 2000, 26(11): 675-678.

322. Silveira, C.M., A. Sanchez-Ayala, M.O. Lagravère et al. Repair of furcal perforation with mineral trioxide aggregate: long-term follow-up of 2 cases. J. A. D. A., 2008, 74(8): 729-733.

323. Singh, S., R. Podar, S. Dadu et al. Solubility of a new calcium silicate – based root-end filling material. J. Conserv. Dent. 2015, 18(2): 149-153.

324. Singla, M., V. Aggarwal. C-shaped palatal canal in maxillary second molar mimicking two palatal canals diagnosed with the aid of spiral computed tomography. Oral Surg. Oral Med.,Oral Pathol., Oral Radiol., Endod., 2010, 109(6): e92-95.

325. Skukaite, N., K. Busauskas. An in vitro study of the sealing ability of materials used for furcation perforation treatment. Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial J., 2003, 5: 141-143.

326. Smith, J. B., R. J. Louisbine, R. N. Weller at al. Metrologic evaluation of the surface of white MTA after the use of two endodontic irrigants. J. Endod. 2007, 33(7): 463-467.

327. Solomonov, M., F. Paqué, B. Fan et al. The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. J. Endod., 2012, 38(2): 209-214.

328. Stefopoulos, S., D.V. Tsatsas, N. P. Kerezoudis et al. Comparative in vitro study of the sealing efficiency of white vs gray ProRoot mineral trioxide aggregate formulas as apical barrier. Dental traumatology, 2008, 24(2): 207-213.

329. Sterrett, J.D., H. Pelletier, C.M. Russell. Tooth thickness at the furcation entrance of lower molars. J. Clin. Periodontol. 1996, 23(7): 621-627.

330. Storm, B., F. C. Eichmiller, P. A. Tordik at al. Setting expansion of gray and white mineral trioxide aggregate and Portland cement. J. Endod. 2008, 34(1): 80-82.

331. Sulaiman, J.M.A., M.M. Yahya, W.M. Al Ashou. An in vitro SEM comparative study of dentine-Biodentine interface. Int. Dent. J. 2013, 63(Suppl. 1): 1-98.

332. Sutalo, J., P. Simeon, Z. Tarle et al. C-shaped canal configuration of mandibular second molar. Coll. Antropol., 1998 22(1): 179-186.

333. Tabrizizadeh, M., J. Reuben, M. Khalesi et al. Evaluation of raducular dentin thickness of danger zone in mandibular first molar. J. Dent. 2010, 7(4): 196-199.

334. Tamse, A. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: diagnostic signs and clinical management. Edodontic topics 2006, 13: 84-94.

335. Tay, F.R., D.H. Pashley, F.A. Rueggeberg et al. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the Portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. J. Endod. 2007, 33(11): 1347-1351.

336. Tingey, M., C. P. Bush, M. S. Levine. Analysis of mineral trioxide aggregate surface when set in the presence of fetal bovine serum. J. Endod. 2008, 34(1): 45-49.

337. Tobón-Arroyave, S. I., M.M. Restrero-Péres, J. A. Arismendi-Echavarría et al. Ex vivo microscopic assessment of factors affecting the quality of apical seal created by root-end fillings. Int. Endod. J. 2007, 40(8): 590-602.

338. Torabinejad, M. and N. Chivian. Clinical application of mineral trioxide aggregate. J. Endod. 1999, 25(3): 197-205.

339. Torabinejad, M., R.K. Higa, D.J. McKendry et al. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. J. Endod. 1994, 20(4): 159-163.

340. Torabinejad, M., C. U. Hong, F. McDonald et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. J. Endod. 1995, 21(7): 349-353.

341. Torabinejad, M., C.U. Hong, T.R. Pitt Ford, et al. Cytotoxicity of four root-end filling materials. J. Endod. 1995, 21(10): 489-492.

342. Torabinejad, M., M. Parirokh. Mineral trioxide aggregate: A comprehensive literature review – part II: leacage and biocompatibility investigations. J. Endod. 2010, 36(2): 190-202.

343. Torabinejad, M., M. Parirokh, P.M.N. Dummer. Mineralo trioxide aggregate and other bioactive endodonmtic cements: an updated overview – part II: other clinical applications and complications. Int. Endod. J. 2018, 51: 284-317.

344. Torabinejad, M., A.F. Rastegar, J.D. Kettering et al. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. J. Endod. 1995, 21(3): 109-112.

345. Torabinejad, M., P. V. Smith, J. D. Ketteing et al. Comparative investigation of marginal adaptation of Minerale trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. J. Endod. 1995, 21(6): 295-299.

346. Torabinejad, M., R. E. Walton. Endodontics: Principles and practice. 4th edition, copyright 2009 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc., pp. 322-329, 357-369.

347. Torabinejad, M., T. F. Watson, T. R. Pitt Ford. Sealing ability of Mineral trioxide aggregate when used as a root-end filling material. J. Endod. 1993, 19(12): 591-595.

348. Torres, F.F.E., R. Bosso-Martelo, E.G. Espir et al. Evaluation of phisicochemical properties of root-end filling materials using conventional and Micro-CT tests. J. Appl. Oral Sci. 2017, 25(4): 374-380.

349. Torres, F.F.E., J.M. Guerreiro-Tanomaru, R. Bosso-Martelo et al. Solubility, porosity and fluid uptake of calcium silicate-based cements. J. Appl. Oral Sci. 2018, 26: e20170465.doi:10.1590/1678-7757-2017-0465. Epub 2018 May 21.

350. Touré, B., B. Faye, A.W. Kane et al. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. J. Endod. 2011, 37(11): 1512-1515.

351. Tripathi, P., N. Shahi, A. Dhindsa et al. Furcation from disease to health – case reports. J. Orofacial & Health Sciences 2011, 2(3): 15-18.

352. Tsai, Y. L., W. H. Lan, J. H. Jeng. Treatment of pulp floor and stripping perforation by mineral trioxide aggregate. J. Formos Med. Assoc. 2006, 105(6): 522-526.

353. Tsatsas, D.V., H.A. Meliou, N.P. Keresoudis. Sealing effectiveness of materials used in furcation perforations in vitro. Int. Dent. J. 2005, 55(3): 133-141.

354. Tsesis, I., Z. Fuss. Diagnosis and treatment of accidental root perforation. End. Topics, 2006, 13, 95-107.

355. Tsesis, I., E. Rosenberg, V. Faivishevsky et al. Prevalence and associated periodontal status of teeth with root perforation: a retrospective study of 2, 002 patients` medical reports. J. Endod. 2010, 36(5): 797-800.

356. Unal, G.C., M. Maden, T. Isidan. Repair of furcal yatrogenic perforation with mineral trioxide aggregate: Two years follow-up of two cases. Eur. J. Dent. 2010, 4(4): 475-481.

357. Valois, Caroline R. A., E. D. Costa. Influence of thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end filling in vitro. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 2004, 97(1): 108-111.

358. Vander-Weele, R.A., S.A. Shwartz and T.J. Beeson. Effect of blood contamination on retention charactheristics of MTA when mixed with different liquids. J. Endod., 2006, 32(5), 421-424.

359. Vasudev, S.K., B.R. Goel. Endodontic miscellany: Negotiation and management of MB2 canal in maxillary second molar. Endodontology, 15: 33-36.

360. Velmurugan, N., N. Venkateshbabu, M. Abarajithan et al. Evaluation of the pulp chamber size of human maxillary first molars: an institution based in vitro study. Indian J. Dent. Res. 2008, 19(2): 92-94.

361. Versiani, M.A., J.D. Pécora, M.D. de Sousa-Neto. Root and root canal morphology of four-routed maxillary second molars: a microcomputed tomography study. J. Endod., 2012, 38(7): 977-982.

362. Vertucci, F.J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., 1984, 58(5): 589-599.

363. Vertucci, F.J. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endodontic Topics, 2005, 10: 3-29.

364. Walker, M. P., A. Diliberto, C. Lee. Effects of setting conditions on mineral trioxide aggregate flexural strength. J. Endod. 2006, 32(4): 334-336.

365. Walker, R, L. Quackenbuch. Three-rooted first permanent molars in Hong Kong Chinese. Br. Dent. J., 1985, 159(9): 298-299.

366. Wang, Y., J. Guo, H.B. Yang et al. Incidence of C-shaped root canal canal systems in mandibular second molars. Int. J. Oral Sci., 2012, 4(3): 161-165.

367. Watts, J. D., D. M. Holt, T. J. Beeson et al. Effects of pH and mixing agents on the temporal setting of tooth-colored and gray mineral trioxide aggregate. J. Endod. 2007, 33(8): 970-973.

368. Weine, F.S., H.J. Healey, H. Gerstein et al. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., 1969, 28(3): 419-425.

369. Weine, F.S., R.A. Pasiewich, R.T. Rice. Canal configuration of the mandibular second molar using a clinically oriented in vitro method. J. Endod., 1988, 14(5): 207-213.

370. Weine, F.S. and Members of the Arizona Endodontic Association. The C-shaped mandibular second molar: incidence and other consideration. J. Endod., 1998, 24(5): 372-375.

371. Weldon, J. K., D. H. Pashley, R. J. Loushine et al. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Super-EBA when used as furcation repair materials: A longitudinal study. J. Endod. 2002, 28(6): 467-470.

372. Wiltbank, K. B., Schwartz, S. A., Schindler W. G. Effects of selected accelerants on the physical properties of mineral trioxide aggregate and Portland cement. J. Endod. 2007, 33(9): 1235-1238.

373. Wong, M. Maxillary first molar with three palatal canals. J. Endod., 1991, 17 (6): 298-299.

374. Wu, M.K., P.R. Wesselink. Endododntic leakage studies reconsidered: part I – methodology, application and relevance. Int. Endod. J. 1993, 26(1): 37-43.

375. Wu, M. K., L. M. van der Sluis, P.R. Wesselink. The risk of furcal perforation in mandibular molars using Gates Glidden drills with anticurvature pressure. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol. Endod. 2005, 99(3): 378-382.

376. Xavier, C. B., R. Weismann, M. G. de Oliveira et al. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. J. Endod. 2005, 31(7): 539-542.

377. Xu, Q., A.D. Wang, Y.Z. Zhou et al. [Clinical management of lateral canal perforation with MTA] (Abstract). Shanghai Kou Qiang Yi Xue, 2007, 16(5): 454-457.

378. Yan, P., B. Pen, B. Fan et al. The effects of sodium hypochlorite (5.25%), chlorhexidine (2%), and Glyde File Prep on the bond strength of MTA-dentin. J. Endod. 2006, 32(1): 58-60.

379. Yang, Z.P., S.F. Yang, G. Lee. The root and root canal anatomy of maxillary molars in a Chinese population. Endod. Dent. Traumatol. 1988, 4: 215-218.

380. Yavari, H.R., Z. Borna, S. Rahimi et al. Placement in an acidic environment increase the solubility of white mineral trioxide aggregate. J. Conserv. Dent., 2013, 16(3): 257-260.

381. Yeung, P., F. R. Liewehr, P. C. Moon. A quantitative comparison of the fill density of MTA produced by two placement techniques. J. Endod. 2006, 32(5): 456-459.

382. Yew, S., K. Chan. A retrospective study of endodontically treated mandibular first molars in a Chinese population. J. Endod. 1992, 19(9): 471-473.

383. Yildirim, T., H. Oruoglu, F. K. Çobankara. Long-term evaluation of the influence of smear layer on the apical sealing ability of MTA. J. Endod. 2008, 34(12): 1537-1540.

384. Yilmaz, Z., B. Tuncel, A. Serpar et al. C-shaped root canal in a maxillary first molar: A case report. Int. Endod. J. 2006, 39(2): 162-166.

385. Yoshimura, M., F.J. Marshall, J.S. Tinkle. In vitro quantification of the apical sealing ability of retrograde amalgam. J. Endod. 1990, 16(1): 5-12.

386. Young, G. R. Contemporary management of lateral root perforation diagnosed with the aid of dental computed tomography. Aust. Endod. J. 2007, 33(3), 112-118.

387. Yuan, Z., B. Peng, H. Jiang et al. Effect of Bioaggregate on mineral-associated gene expression in osteoblast cells. J. Endod. 2010, 36(7): 1145-1148.

388. Zadik, V., V. Sandler, R. Bechor et al. Analisys of factors related to extraction of endodontically treated teeth. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol. Endod. 2008, 106(5): 31-35.

389. Zakizadeh, P., S. J. Marshall, C. I. Hoover et al. A novel approach in assessment of coronal leakage of intraorifice barriers: a saliva leakage and micro-computed tomographic evaluation. J. Endod. 2008, 34(7): 871-875.

390. Zehnder, M., S.I. Gold, G. Hasselgren. Pathologic interactions in pulpal and periodontal trissues. J. Clin. Periodontol. 2002, 29(8): 663-671.

391. Zhang, H., F.G. Pappen and M. Haapasalo. Dentin enhances the antibacterial effect of mineral trioxide aggregate and Bioaggregate. J. Endod. 2009, 35(2): 221-224.

392. Zhang, R., H. Wang, Y.Y. Tian et al. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. Int. Endod. J., 2011, 44(11): 990-999.

393. Zhang, R., H. Yang, X. Yu et al. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. Int. Endod. J. 2011, 44(2): 162-169.

394. Zheng, Q., Y. Wang, X. Zhou et al. A cone beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. J. Endod. 2010, 36: 1480-1484.

395. Zmener, O., A. Peirano. Endodontic therapy in maxillary second molar with three buccal roots. J. Endod., 1998, 24(5): 376-377.

396. Zou, L., J. Liu, S. Yin, et al. In vitro evaluation of the sealing ability of MTA used for repair of furcal perforations with or without the use of an internal matrix. Oral Surg., Oral Med., Oral Pathol., Oral Radiol., Endod., 2008, 105(6): e61-65.