

Метод топографической визуализации корневых каналов зубов с помощью компьютерного моделирования

О.А. СОЛОВЬЕВА*, к.м.н., асс.

Ю.А. ВИННИЧЕНКО**, д.м.н., проф., зав. отделением

А.В. ВИННИЧЕНКО***, к.м.н., доц.

И.И. СУХАРСКИЙ, асп. отделения имплантологии ФГБУ Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Минздрава РФ

*Кафедра терапевтической стоматологии

Ставропольский государственный медицинский университет

**Отделение профилактики стоматологических заболеваний

ФГБУ Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Минздрава РФ

***Кафедра стоматологии и зубопротезных технологий

ГБОУ ДПО Российская медицинская академия последипломного образования

Method of topographic visualization of root canals using computer simulation

O.A. SOLOVYOVA, Yu.A. VINNICHENKO, A.V. VINNICHENKO, I.I. SUKHARSKY

Резюме: Разработан новый метод, который в процессе эндодонтического лечения зубов позволяет с помощью направляющих шаблонов определять место положения устьев корневых каналов зубов, визуальный поиск которых по тем или иным причинам затруднен. Применение метода в клинической практике позволит успешно проводить поиск дополнительных и кальцифицированных корневых каналов зубов без применения оптического увеличения.

Ключевые слова: эндодонтический шаблон, корневые каналы зубов, компьютерная томография, компьютерное моделирование.

Abstract: The new method, which is in the process of orthodontic dental treatment allows you to use the guide template to determine the location position of the mouths of root canals, which is a visual search for one reason or another is difficult. Application of the method in clinical practice will allow successfully to search for additional and calcified root canals without the use of the optical zoom.

Key words: endodontic pattern, root canals, computed tomography, computer simulation.

Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, доказывают, что в достаточно большом числе случаев зубы имеют большее число корневых каналов, чем это принято традиционно учитывать при выполнении их эндодонтического лечения. В частности, первые моляры верхней челюсти имеют в более чем в 90% случаев четыре корневых канала, а не три, как принято считать. В щечном-медиальном корне этих зубов находится дополнительный канал, обнаружение которого представляет большие трудности [1–3, 6, 7]. Это связано с тем, что устье дополнительных каналов часто открывается не на поверхности дна полости зуба, как у основных каналов, а глубже на 1–2 мм. Кроме того, эти корневые каналы имеют сверхмалый диаметр и в значительном числе случаев раздваиваются. Таким образом, их устья невозможно обнаружить при обычном визуальном осмотре. В то же время дополнительные корневые каналы могут служить источником инфицирования тканей периодонта зубов и возникновения в них очагов хронического воспаления. Поэтому их поиск и эндодонтическое лечение является актуальной проблемой современной стоматологии [6, 7, 13–15, 18].

В полной мере все это можно отнести и к зубам, в которых активно протекают процессы кальцификации их внутреннего пространства. Избыточное отложение заместительного дентина в коронковой полости зуба и устьевой части корневых каналов, вызванное кариозным процессом, патологическим изменением твердых тканей зуба в пришеечной области, возрастными изменениями и т. д., создает немалые трудности, связанные с их обнаружением и раскрытием [10–13, 15, 17].

В настоящее время наиболее эффективными являются методы обнаружения дополнительных и кальцифицированных корневых каналов зубов с помощью специальных стоматологических микроскопов, позволяющих увеличить поверхность зуба в несколько раз.. Тщательно просматривая поверхность дна полости зуба под увеличением и дополнительным освещением, врач-стоматолог, по косвенным признакам (особенности рельефа дна полости зуба, цвет корневого дентина, известные топографические ориентиры и т.д.) пытается обнаружить устье дополнительного корневого канала [13, 15, 17, 18]. Однако указанный способ определения скрытого от визуального осмотра корневого канала зуба имеет существенные недостатки: для работы со

стоматологическим микроскопом необходимы специальные навыки, получение которых возможно в процессе дополнительного обучения. Сама процедура поиска корневого канала таким методом занимает достаточно много времени и не может быть выполнена в условиях обычного стоматологического приема. Вероятность нахождения корневого канала с помощью эндодонтического микроскопа не является 100%, так как напрямую зависит от: квалификации и опыта стоматолога, правильной эксплуатации микроскопа, наличия необходимого инструментария и т. д., то есть от многих субъективных и объективных причин. Кроме того, высокая стоимость микроскопов не способствует их широкому распространению в клинической практике [2, 3, 5, 7, 11, 14, 15, 18].

Таким образом, целью данного исследования явилась разработка метода, позволяющего точно определять местонахождение дополнительных и скрытых основных корневых каналов зубов с помощью специальных эндодонтических шаблонов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании были использованы удаленные постоянные, полностью сформированные моляры, а также скелетированная нижняя челюсть человека с зубами. Зубы не имели очагов кариозного поражения, ранее не подвергались лечению по поводу кариеса или его осложнений. Для проведения исследования в 10 молярах верхней и нижней челюсти были раскрыты коронковые полости и локализованы устья их корневых каналов. Для изучения возможности точной локализации устьев основных и дополнительных корневых каналов исследуемых зубов были использованы данные конусной компьютерной томографии, которая проводилась на аппарате New Tom 3G (Италия).

Полученные данные были конвертированы и сохранены на цифровом носителе в формате DICOM для дальнейшей инженерной и математической обработки.

Для проведения конусно-лучевой компьютерной томографии удаленные зубы были загипсованы в специальные кюветы до уровня их коронковой части. Скелетированная челюсть с зубами была использована для этой же цели, без какой-либо дополнительной фиксации.

В результате томографического исследования у двух удаленных моляров 1.6 и 2.6 верхней челюсти в щечно-медиальном корне были обнаружены дополнительные корневые каналы. У остальных зубов было выявлено по три корневых канала согласно их анатомической принадлежности.

Для получения цифровых данных об особенностях строения коронковой части моляров после создания в них эндодонтического доступа были изготовлены их гипсовые модели, которые в дальнейшем подверглись поверхностному лазерному сканированию. Для данной цели был использован сканнер 3SHAPE D900 (3M, США). Полученные данные были сохранены на цифровом носителе в формате STL для дальнейшего планирования или математической обработки.

Коронковые части зубов в скелетированной нижней челюсти человека были подвергнуты поверхностному сканированию, после создания эндодонтического доступа непосредственно, что позволило имитировать проведение этой процедуры в клинических условиях с помощью внутриротового сканера.

Для изготовления различных моделей эндодонтического шаблона был использован метод стереолито-

графии. Печать шаблонов была осуществлена методом лазерной стереолитографии на установке ЛС-250 (ИПЛИТ, г. Шатура РФ), обладающей точностью печати 0,1 мм и шероховатостью 20 мкм. Также для данной цели был использован 3D-принтер фирмы Objet Eden500V (Stratasys, Миннесота, США).

Компьютерное моделирование трехмерных эндодонтических шаблонов проводилось с помощью программного обеспечения 3ds MAX 2009 (Autodesk, США). Для обработки цифровых данных компьютерной конусно-лучевой томографии и поверхностного сканирования зубов и гипсовых моделей было использовано специализированное программное обеспечение — Amira 4.1.2 (Visualization Sciences Group, Mercury Computer Systems, США). Для проведения эндодонтических манипуляций были использованы эндодонтический мотор X Smart (Dentsply, США) и машинные эндодонтические никель-титановые инструменты типа Profile №25.

Результаты собственных исследований

С помощью компьютерной программы Amira 4.1.2 (Visualization Sciences Group, Mercury Computer Systems, США) осуществляли совмещение изображений зубов, полученных с помощью компьютерной томографии и сканирования (рис. 5). Затем, используя компьютерную программу 3ds MAX 2009 (Autodesk, США), виртуально моделировали трехмерный индивидуальный шаблон. Он был смоделирован таким образом, чтобы в процессе эксплуатации он мог плотно прилегать к коронковой части зуба или группы зубов, в зависимости от имеющейся клинической ситуации. В шаблоне было смоделировано отверстие, строго совпадающее по своему направлению с устьем искомого дополнительного или основного корневого канала, а также направляющий ограничитель в виде полого цилиндра. Ограничитель имел такую длину, которая препятствовала проникновению хвостовика машинного эндодонтического инструмента типа Профайл глубже запланированного уровня. Отверстие в направляющем ограничителе имело размеры, соответствующие размерам нерабочей части никель-титанового инструмента типа Профайл №25 (рис. 6). Таким образом, для локализации точки устья дополнительного или основного корневого канала на дне полости зуба эндодонтический инструмент погружался в дентин не более чем на 2–3 мм. При необходимости эта глубина может быть увеличена.

Затем компьютерное изображение 10 эндодонтических шаблонов методом быстрого прототипирования, с помощью 3D-принтера, переводили в изделия из сверхпрочной пластмассы (рис. 7).

В лабораторных условиях пластмассовые шаблоны были помещены на коронковую часть планируемых для эндодонтического лечения моляров и рядом стоящих зубов, закреплены на них с помощью адгезивной системы световой полимеризации (рис. 8). В отверстие направляющих ограничителей шаблонов, до соприкосновения с дном полости зубов, были введены никель-титановые эндодонтические инструменты типа Профайл. После чего уже в работающем состоянии инструменты были продвинуты в направлении искомого основных и дополнительных корневых каналов на глубину 3 мм (рис. 9). После удаления шаблонов, через созданное на дне полости зубов отверстие, ручным эндодонтическим инструментом были найдены просветы дополнительного корневого канала у двух удаленных моляров верхней челюсти (рис. 10). Дальнейшее эндодонтическое лечение этих зубов могло быть выполнено традиционным



Рис. 1. Компьютерная реконструкция 3D-изображения скелетированной нижней челюсти человека с зубами, полученная с помощью КЛКТ

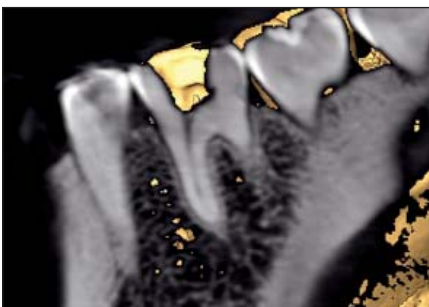


Рис. 2. Томографическое изображение моляра нижней челюсти в вертикальной проекции. Коронковая полость, устье и медиальный-щечный корневой канал зуба

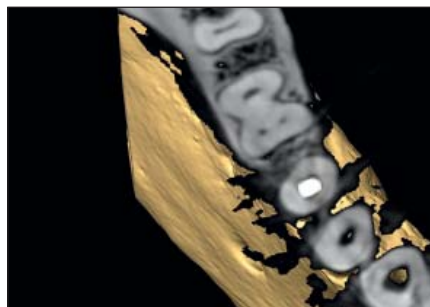


Рис. 3. Томографическое изображение моляра нижней челюсти в аксиальной проекции. Устья трех корневых каналов моляра

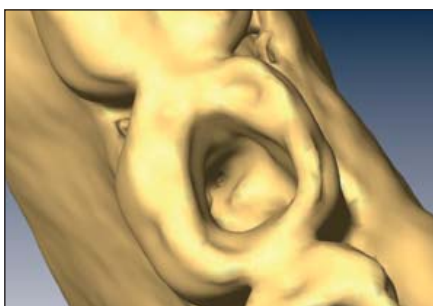


Рис. 4. Цифровое изображение коронковой части моляра с раскрытой для эндодонтического вмешательства полостью, полученное с помощью поверхностного сканирования

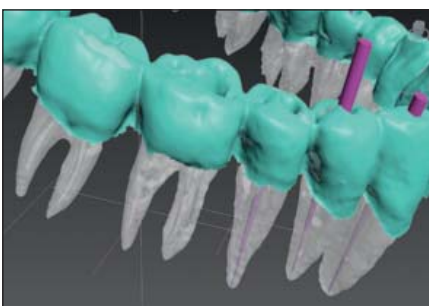


Рис. 5. Этап совмещения цифровых изображений КЛКТ и поверхностного сканирования зубов нижней челюсти

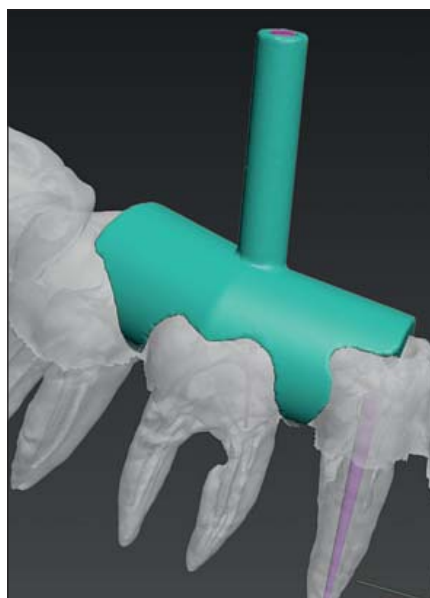


Рис. 6. Смоделированный эндодонтический шаблон, состоящий из базиса и направляющего элемента. Базис предназначен для надежной фиксации шаблона на коронковой части зуба. Направляющий элемент определяет направление движения эндодонтического инструмента и глубину его погружения в корневой дентин. Кончик модуля, имитирующего инструмент, расположен в проекции искомого устья корневого канала моляра



Рис. 7. Форма эндодонтического шаблона, воспроизведенного с помощью 3D-принтера

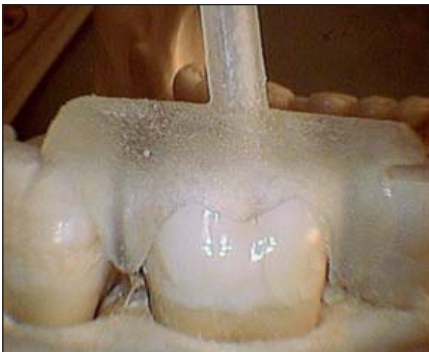


Рис. 8. Эндодонтический шаблон, закрепленный на поверхности зубов с помощью адгезивной системы



Рис. 9. Никель-титановый эндодонтический инструмент, введенный в устьевую часть корневого канала моляра



Рис. 10. Ручной эндодонтический инструмент погружен в корневой канал моляра на всю рабочую длину

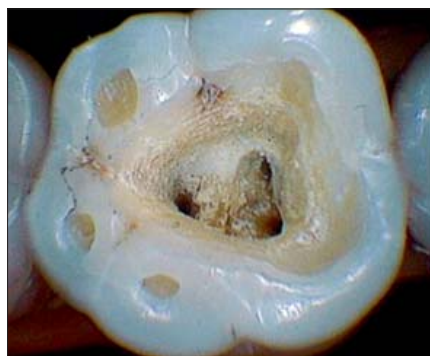


Рис. 11. Устья корневых каналов моляра, локализованные с помощью эндодонтических шаблонов

методом. В остальных случаях контроль за правильно-стью нахождения основных корневых каналов моляров осуществлялся с помощью рентгеновского исследования и визуальной оценки дна их коронковых полостей (рис. 11). Все искомые корневые каналы зубов были точно локализованы с помощью предложенного метода.

Выводы

Преимуществами предлагаемого метода могут быть признаны: значительно меньшая себестоимость выполняемых работ, чем при использовании стоматологического микроскопа; 100% нахождение дополнитель-

ного корневого канала, обусловленное компьютерным моделированием и программированием; небольшое количество времени, требующееся для нахождения пациента в клинике; отсутствие необходимого обучения врача-стоматолога в связи с выполнением вне клинических этапов предлагаемого метода специалистами-рентгенологами и компьютерными программистами.

Поступила 20. 10. 2015

Координаты для связи с авторами:
119021, г. Москва, ул. Тимура Фрунзе, д. 16

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апокина А. Д., Кутяев С. А. Анатомия зубов и эндодонтический доступ. — Ярославль: Изд-во Александра Рутмана, 2008. — 120 с.
2. Арокина А. Д., Кутяев С. А. Anatomija zubov i endodontičeskij dostup. — Jaroslavl': Izd-vo Aleksandra Rutmana, 2008. — 120 s.
3. Ахмедова З. А., Винниченко Ю. А., Аржанцев А. П. Морфология корневых каналов зубов и ее влияние на качество инструментальной обработки // Эндодонтия today. 2009. №2. С. 3–7.
4. Ahmedova Z. A., Vinnichenko Ju. A., Arzhancev A. P. Morfologija kornevyh kanalov zubov i ee vlijanie na kachestvo instrumental'noj obrabotki // Endodontija today. 2009. №2. S. 3–7.
5. Базикян Э. А. Практическое руководство по эндодонтии. Гриф УМО по медицинскому образованию. — Практическая медицина, 2007. — 112 с.
6. Bazikjan Je. A. Praktičeskoe rukovodstvo po endodontii. Grif UMO po medicinskomu obrazovaniju. — Praktičeskaja medicina, 2007. — 112 s.
7. Бер Р., Бауманн М. А., Ким С. Эндодонтология. — МЕДпресс-информ, 2010. — 368 с.
8. Ber R., Baumann M. A., Kim S. Endodontologija. — MEDpress-inform, 2010. — 368 s.
9. Бердженхолц Г., Хорстед-Биндслев П. Эндодонтология. — М.: Тарком, 2013. — 408 с.
10. Berdzenholc G., Horsted-Bindslev P. Endodontologija. — M.: Tarkomm, 2013. — 408 s.
11. Горячев Н. А. Консервативная эндодонтия. — Казань: Медицина, 2002. — 140 с.
12. Gorjachev N. A. Konservativnaja endodontija. — Kazan': Medicina, 2002. — 140 s.
13. Гутман Дж. Решение проблем в эндодонтии: профилактика, диагностика и лечение. — Медпресс-информ, 2008. — 592 с.
14. Gutman Dzh. Reshenie problem v endodontii: profilaktika, diagnostika i lechenie. — Medpress-inform, 2008. — 592 s.
15. Коэн С. Эндодонтия 8-е изд. — STBOOK, 2007. — 1020 с.
16. Kojen S. Endodontija. 8-e izd. — STBOOK, 2007. — 1020 s.
17. Мамедова Л. Искусство эндодонтии. — Медицинская книга, 2005. — 120 с.
18. Mamedova L. Iskusstvo endodontii. — Medicinskaja kniga, 2005. — 120 s.
19. Луцкая И. К. Эндодонтия. Практическое руководство. — Медицинская литература, 2009. — 208 с.
20. Luckaja I. K. Endodontija. Praktičeskoe rukovodstvo. — Medicinskaja literatura, 2009. — 208 s.
21. Лукина Г., Волчкова Л., Базикян Э. Практическое руководство по эндодонтии. — Практическая медицина, 2007. — 112 с.
22. Lukina G., Volchkova L., Bazikjan E. Praktičeskoe rukovodstvo po endodontii. — Praktičeskaja medicina, 2007. — 112 s.
23. Оддел Э. У. Решение проблем в клинической стоматологии. — Рид Элсивер, 2011. — 384 с.
24. Odell E. U. Reshenie problem v kliničeskoj stomatologii. — Rid Elsilver, 2011. — 384 s.
25. Полтавский В. П. Интраканальная медикация. Современные методы. — Медицинское информационное агентство МИА, 2007.
26. Poltavskij V. P. Intrakanal'naja medikacija. Sovremennye metody. — Medicinskoe informacionnoe agentstvo MIA, 2007.
27. Беер Р., Бауман М. А., Киельбаса А. М. Иллюстрированный справочник по эндодонтологии. — Медпресс-информ, 2008. — 380 с.
28. Beer R., Bauman M. A., Kiel'basa A. M. Iljustrirovannyj spravocnik po endodontologii. — Medpress-inform, 2008. — 380 s.
29. Стонис С. Т. Секреты стоматологии. — 2002. — 384 с.
30. Stonis S. T. Sekrety stomatologii. — 2002. — 384 s.
31. Клещенко А. В., Гринин В. М. Особенности препарирования труднопроходимых корневых каналов в эндодонтической практике // Эндодонтия today. 2009. №2. С. 48–52.
32. Kleshhenko A. V., Grinin V. M. Osobennosti preparirovanija trudnoprohodimyh kornevyh kanalov v endodontičeskoj praktike // Endodontija today. 2009. №2. S. 48–52.
33. Коэн С., Бернс Р. Эндодонтия. — ИД STBOOK, 2007. — 102 с.
34. Kojen S., Berns R. Endodontija. — ID STBOOK, 2007. — 102 s.
35. Кучумова У. Д., Бармашева А. А. Переломы корней (обзор литературы). Часть III // Эндодонтия today. 2009. №2. С. 14–21.
36. Kuchumova U. D., Barmasheva A. A. Perelomy kornej (obzor literatury). Chast' III // Endodontija today. 2009. №2. S. 14–21.
37. Кукушкин В. Л., Кукушкина Е. А. Эндодонтические перфорации (обзор литературы) // Эндодонтия today. 2009. №2. С. 3–7.
38. Kukushkin V. L., Kukushkina E. A. Endodontičeskie perforacii (obzor literatury) // Endodontija today. 2009. №2. S. 3–7.
39. Тронстад Л. Клиническая эндодонтия. — МЕДпресс-информ, 2009. — 288 с.
40. Tronstad L. Kliničeskaja endodontija. — MEDpress-inform, 2009. — 288 s.
41. ТROUP М., Дебелян Дж. Руководство по эндодонтии для стоматологов общей практики. — Азбука, 2005. — 76 с.
42. Troup M., Debeljan Dzh. Rukovodstvo po jendodontii dlja stomatologov obshhej praktiki. — Azbuka, 2005. — 76 s.
43. Хюльсманн М., Шефер Э. Проблемы эндодонтии. Профилактика, выявление и устранение. — Азбука, 2009. — 600 с.
44. Hjul'cman M., Shefer E. Problemy endodontii. Profilaktika, vyjavlenie i ustranenie. — Azbuka, 2009. — 600 s.

Журнал «Эндодонтия today»
Подписной индекс 15626
в объединенном каталоге
«Пресса России»