

Применение конусно-лучевой компьютерной томографии при создании эндодонтического доступа

О.А. СОЛОВЬЕВА*, д.м.н., ассистент
Ю.А. ВИННИЧЕНКО****, д.м.н., профессор, зав. отделением профилактики ЦНИИС и ЧЛХ

М.В. ГОМАН**, к.м.н., доцент, доцент

А.А. ДОЛГАЛЕВ***, д.м.н., доцент

И.А. ЗАБОРОВЕЦ**, к.м.н., ассистент

*Кафедра терапевтической стоматологии

**Кафедра ортопедической стоматологии

***Кафедра стоматологии общей практики и детской стоматологии

ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава РФ

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

The use of cone beam computed tomography in creating endodontic access

O.A. SOLOVYOVA, Yu.A. VINNICHENKO, M.V. GOMAN, A.A. DOLGALEV, I.A. ZABOROVETS

Резюме

Приведен метод, который в лабораторных условиях позволяет создавать пластмассовые шаблоны с помощью данных компьютерной томографии, лазерного поверхностного сканирования зубов, а также ряда компьютерных программ, использование которых при эндодонтическом лечении зубов позволяет точно определять топографические размеры их коронковых полостей. Применение данного метода в клинике позволит значительно экономить потери твердых тканей зубов при создании эндодонтического доступа.

Ключевые слова: корневой канал зуба, инструментальная обработка, отломок инструмента, компьютерная томография, компьютерная программа, никель-титановый инструмент.

Abstract

A method is presented that allows creating plastic patterns in the laboratory using computer tomography data, laser surface scanning of teeth, as well as a number of computer programs, the use of which in endodontic dentistry can accurately determine the topographic dimensions of their coronary cavities. The use of this method in the clinic will significantly save the loss of hard tissues of teeth when creating endodontic access.

Key words: root canal of a tooth, computed tomography, a computer program, Ni-titortary files.

Введение

Одним из основных этапов эндодонтического лечения зубов является их инструментальная обработка. Она призвана решать многие задачи, но наиболее важные среди них следующие: удалить пульпу зуба или ее распад и наиболее инфицированный дентин корневого канала; расширить и откалибровать корневой канал, подготовив его тем самым к успешному выполнению этапов антисептической обработки и пломбирования. Для выполнения этих манипуляций используются различные ручные и машинные эндодонтические инструменты. Многочисленный ассортимент и разнообразные методы их использования позволяют в подавляющем большинстве случаев добиваться положительного результата эндодонтического лечения [1-3, 6].

Начальным этапом эндодонтического лечения является раскрытие коронковой полости зубов и нахождение устьев корневых каналов для их последующей

инструментальной и медикаментозной обработки. Но в практике врача часто возникают ситуации, когда в результате определенных патологических процессов или возрастных изменений коронковая полость зуба может значительно изменяться в объеме, содержать в себе дентикли или кальцифицироваться. В этом случае обнаружение и раскрытие полости для проведения эндодонтических манипуляций вызывает немалые трудности, что приводит к серьезным осложнениям: перфорации дна и стенок полости зуба, ненахождению устьев корневых каналов. Таким образом, разработка методов для решения данной проблемы является весьма востребованной [4, 5].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка метода, позволяющего с помощью эндодонтического шаблона, полученного с применением современных компьютерных и цифровых технологий, обеспечивать повышение качества эн-

додонтического лечения зубов путем визуализации границ их коронковых полостей.

МАТЕРИАЛЫ 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 данного заболевания или его осложнений.

Позиционирование исследуемого объекта предполагало горизонтальное положение, а также использование системы двойного лазерного наведения и соответствующее программное обеспечение.

Для проведения адекватного сравнения данных на стадии планирования, как и для построения точной виртуальной модели, томография проводилась согласно следующим параметрам: размер среза (slice) 0,5-1 мм, угол наклона Гентри (Gantrytilt) 0°.

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

Для оценки места расположения отломка инструмента и особенностей строения корневых каналов зубов, подвергшихся инструментальной обработке, были использованы данные конусной компьютерной томографии, которая проводилась на аппарате PaX-i3D FOV 10X8.5 (12X9) (рис. 1). Преимуществом аппарата PaX-i3D FOV 10X8.5 (12X9) является невысокий уровень облучения пациентов. Датчик аппарата PaX-i3D FOV 10X8.5 обеспечивает разрешение в 0,2/0,3 мм, в зависимости от режима сканирования, что оптимально для эндодонтических целей. Для просмотра результатов КТ использовалась программа Ez3D-i, имеющая поддержку совмещенного просмотра КЛКТ+STL-данных.

Рентгеновский генератор компьютерного томографа работал в следующем режиме: максимальное напряжение – 99 кВ для всех режимов; частота рентгеновского генератора – 150 КГц; максимальный ток –

15 мА; программа уменьшения лучевой нагрузки подбиралась автоматически в зависимости от размера исследуемого объекта.

Позиционирование исследуемого объекта предполагало горизонтальное положение, а также использование системы двойного лазерного наведения и соответствующее программное обеспечение.

Для проведения адекватного сравнения данных на стадии планирования, как и для построения точной виртуальной модели, томография проводилась согласно следующим параметрам: размер среза (slice) 0,2/0,3 мм, угол наклона Гентри (Gantrytilt) 0°.

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

Для проведения конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) 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.

Для получения цифровых данных об анатомических особенностях строения коронковой части моляров, используемых в исследовании, были изготовлены их гипсовые модели, которые в дальнейшем подверглись поверхностному лазерному сканированию. Для данной цели был использован сканер 3 SHAPE D900 (3М, США). Параметры данного аппарата включают: количество камер – 4; технологии регистратора – голубой светодиод; погрешность – 15 микрон (*точность определена при помощи калиброванного стандарта); сканирование текстур – цветные текстуры; время сканирования – 15-85 сек.; сканирование по Dental System Premium. Полученные данные были сохранены на цифровом носителе в формате STL для дальнейшего планирования или математической обработки.

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

Для изготовления различных моделей эндодонтического шаблона был использован метод стереолитографии. Печать шаблонов была осуществлена методом лазерной стереолитографии на установке ЛС – 250 (ИПЛИТ, Шатура РФ), обладающей точностью печати 0,1 мм и шероховатостью 20 мкм. Также для данной цели был использован принтер фирмы Objet – Eden 500 V (Stratasys, Миннесота, США), обладающей следующими параметрами точности:

- разрешение по осям X, Y – 600 dpi, z – 1600 dpi;
- толщина слоя в режиме HQ – 16 мкм;
- относительная точность при печати прототипа

50 мм по одной из осей – 20-85 мкм.

Компьютерное моделирование трехмерных эндодонтических шаблонов проводилась с помощью программного обеспечения 3 dsMAX 2009 (Autodesk, США).

Для обработки цифровых данных КЛКТ и поверхностного сканирования зубов и гипсовых моделей было использовано специализированное программное обеспечение – Amira 4.1.2 (Visualization Sciences Group, Mercury Computer System, США). Для выполнения эндодонтических манипуляций были использованы цилиндрический турбинный бор с алмазной

Рис. 1. Аппарат PaX-i3DFOV 10X8.5 (12X9)



крошкой на торце и специальные турбинные боры, предназначенные для раскрытия полости зубов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Использование указанных выше методов исследования позволило разработать следующий алгоритм действий для достижения поставленной цели: прежде всего выполняли КЛКТ зубов верхней или нижней челюсти (скелетированной челюсти с зубами), планируемых для проведения эндодонтического лечения. Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерных просмотренных рентгенологических программ и проводили тщательное изучение полученного цифрового изображения причинного зуба (ряда зубов) прямой и аксиальных проекциях с целью обнаружения и локализации границ его коронковой полости (рис. 2).

Далее с зубов, требующих эндодонтического лечения, снимали слепок с помощью слепочной массы и отливали модели с гипса, точно копирующие их ко-

Рис. 2. КЛКТ зубов нижней челюсти. Аксиальный срез нижнего второго моляра на уровне крыши его коронковой полости

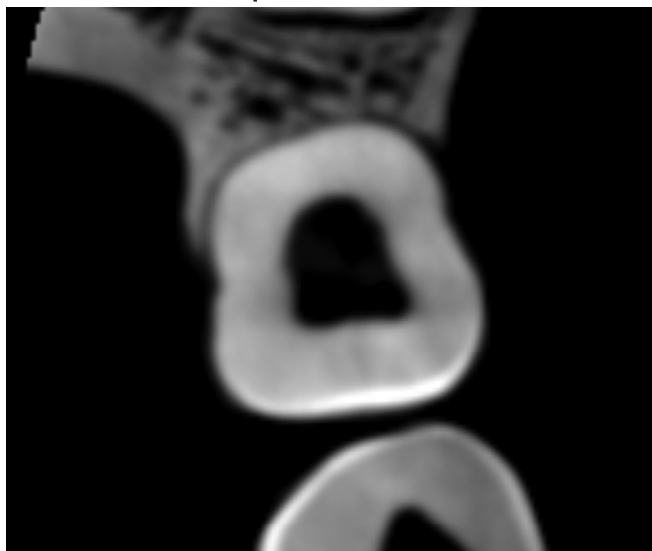
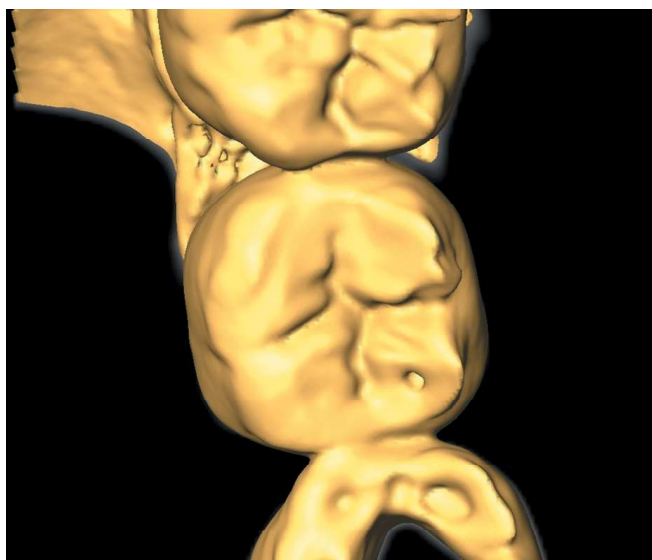


Рис. 3. 3D-реконструкция второго моляра нижней челюсти с помощью компьютерной программы



ронковой части. В случае использования скелетированной челюсти с зубами данный этап пропускали, учитывая возможность использования в клинических условиях внутривитального лазерного сканера. Полученную модель или скелетированную челюсть сканировали стоматологическим сканером 3 SHAPE D900 (3M, США) для получения цифрового изображения коронок исследуемых зубов (рис. 3). После чего с помощью компьютерной программы Amira 4.1.2.2 (Visualization Sciences Group, Mercury Computer System, США) проводили совмещение цифровых изображений зуба, полученных с помощью компьютерной томографии и сканирования. Затем, используя компьютерную программу 3ds MAX 2009 (Autodesk, США), виртуально моделировали трехмерный индивидуальный шаблон на коронковую часть зуба, который имел отверстие, строго совпадающее с границами полости зуба и спроецированное на его жевательную поверхность (рис. 4, 5). Далее таким же способом моделировали второй шаблон на коронковую часть данного зуба, который обеспечивал уже оптимальную глубину раскрытия полости зуба. В шаблоне было смоделировано небольшое отверстие, проекция которого была расположена в границах полости зуба. Шаблон имел ограничитель, представляющий собой полый ци-

Рис. 4. Виртуальное моделирование эндодонтического шаблона на совмещенном изображении, полученном в результате КЛКТ и поверхностного сканирования зуба. Отверстие шаблона соответствует объему коронковой полости моляра нижней челюсти. Нижняя граница направляющего модуля расположена на уровне устьев корневых каналов зуба

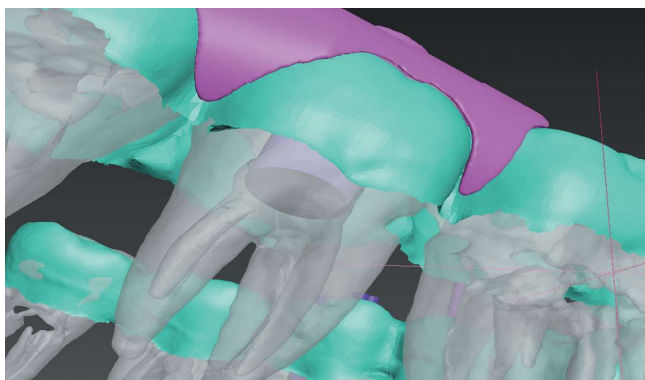
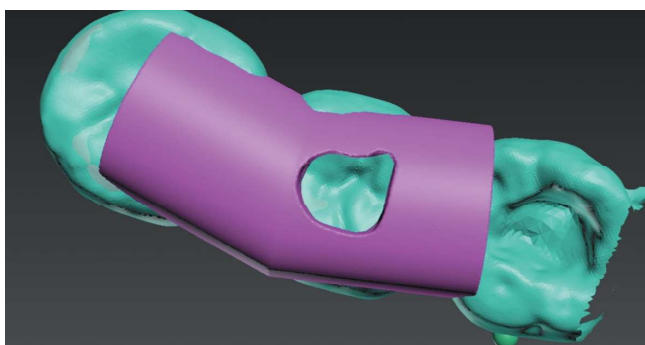


Рис. 5. Смоделированный эндодонтический шаблон, визуализирующий размеры препарирования коронковой части зуба. Отверстие в шаблоне точно повторяет форму коронковой полости моляра, спроецированной на его жевательную поверхность



линдр, через который до соприкосновения с коронковой частью зуба предварительно вводился алмазный бор (рис. 8). Он имел цилиндрическую форму и был покрыт алмазной крошкой только с торца рабочей части (рис. 9). При вращении и продвижении бора в глубину зуба он достигал дна коронковой полости и останавливался, так как хвостовик бора упирался в ограничитель. Таким образом, длиной ограничителя можно было регулировать глубину погружения бора.

Затем цифровое изображение шаблонов переводили методом лазерного прототипирования с помощью 3D-принтера в изделие из сверхпрочной пластмассы.

В лабораторных условиях, имитируя клинический этап эндодонтического лечения моляра, первый пластмассовый шаблон помещали на его коронковую часть и закрепляли на ней с помощью адгезивной системы световой полимеризации (рис. 6, 7). Используя тонкий черный фломастер, через отверстие шаблона наносили установленный контур полости зуба на жевательную поверхность коронки зуба, требующего эндодонтического лечения. Снимали первый шаблон. Затем на этот же зуб надевали второй шаблон и через отверстие в нем препарировали торцевым бором коронковую часть на установленную глубину (рис. 8, 9). Таким образом формировали четкие трехмерные ориентиры для построения оптимального эндодонтического доступа. После удаления шаблона проводили раскрытие полости зуба и его последующее эндодонтическое лечение по стандартной методике.

Рис. 6. Эндодонтический шаблон, воспроизведенный с помощью 3D-принтера



Рис. 7. Фиксация эндодонтического шаблона позволяет визуализировать границы коронковой полости

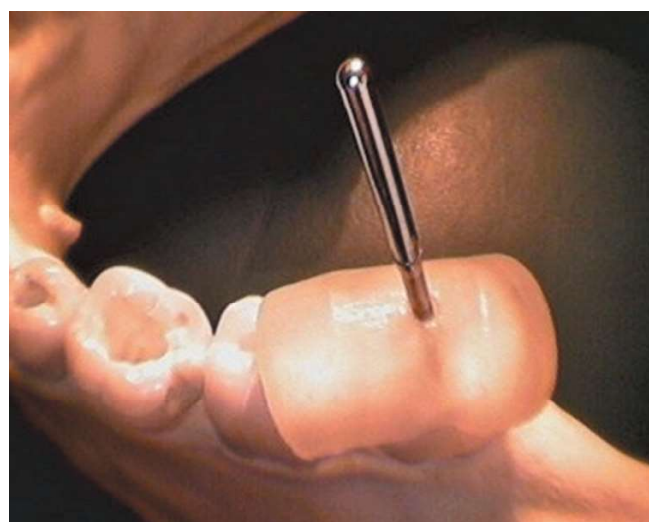


Преимуществами предлагаемого метода по сравнению с традиционными являются: профилактика осложнений и ошибок при проведении эндодонтического лечения зуба на этапе раскрытия полости зуба, сохранение твердых тканей зубов от избыточного препарирования в процессе поиска устьев корневых каналов. Недостатками метода могут быть признаны: необходимость эндодонтического лечения зуба в несколько посещений, дополнительные затраты на моделирование и изготовление индивидуального шаблона.

Рис. 8. Эндодонтический шаблон, воспроизведенный с помощью 3D-принтера и предназначенный для определения глубины препарирования полости моляра



Рис. 9. Эндодонтический шаблон надет на моляр нижней челюсти. Турбинный торцевой бор введен в отверстие шаблона до соприкосновения с его жевательной поверхностью. Глубина созданного отверстия в коронковой части моляра будет являться ориентиром допустимой глубины препарирования при раскрытии полости зуба для проведения эндодонтических манипуляций



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апокина А. Д., Кутяев С. А. Анатомия зубов и эндодонтический доступ. – Ярославль: Изд-во Александра Рутмана, 2008. – 120 с.
Apokina A. D., Kutjaev S. A. Anatomija zubov i endodonticheskij dostup. – Jaroslavl': Izd-vo Aleksandra Rutmana, 2008. – 120 s.
2. Базикян Э. А. Практическое руководство по эндодонтии. Гриф УМО по медицинскому образованию. – М.: Практическая медицина, 2007. – 112 с.
Bazikjan E. A. Prakticheskoe rukovodstvo po endodontii. Grif UMO po medicinskomu obrazovaniju. – M.: Prakticheskaja medicina, 2007. – 112 s.
3. Бер Р., Бауманн М. А., Ким С. Эндодонтология. – М.: МЕДпресс-информ, 2010. – 368 с.
Ber R., Baumann M. A., Kim S. Endodontologija. – M.: MEDpress-inform, 2010. – 368 s.
4. Долгалева А. А., Нечаева Н. К., Иванчева Е. Н. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтии (часть II). Диагностика и оценка одонтогенных очагов деструкции челюстной кости // Эндодонтия. 2017. №2. С. 69-73.
Dolgaleva A. A., Nechaeva N. K., Ivancheva E. N. Primenenie konusno-luchевой komp'yuternoj tomografii v endodontii (chast' II). Diagnostika i ocenka odontogennyh ochagov destrukcii cheljustnoj kosti // Endodontija. 2017. №2. S. 69-73.
5. Коэн С. Эндодонтия (8-е изд.). – М.: STBOOK, 2007. – 1020 с.
Cohen S. Endodontics (8-e izd.). – M.: STBOOK, 2007. – 1020 s.
6. Кузьмина Д. А., Пихур О. Л., Иванов А. С. Эндодонтическое лечение зубов: методология и технология. – СПб.: СпецЛит, 2010. – 223 с.
Kuz'mina D. A., Pihur O. L., Ivanov A. S. Endodonticheskoe lechenie zubov: metodologija i tehnologija. – SPb.: SpecLit, 2010. – 223 s.
7. Ногина А. Ю. Особенности применения метода конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтической практике // Эндодонтия today. 2015. №3.
Nogina A. Ju. Osobennosti primenenija metoda konusno-luchевой komp'yuternoj tomografii v endodonticheskoi praktike // Endodontija today. 2015. №3.
8. Стандарты использования конусно-лучевой компьютерной томографии в различных разделах амбулаторной стоматологической практики, в челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии / под ред. проф. М.А. Чибисовой. – СПб.: ООО «МЕДИ издательство», 2014. – 360 с.
Standarty ispol'zovanija konusno-luchевой komp'yuternoj tomografii v razlichnyh razdelah ambulatornoj stomatologicheskoi praktiki, v cheljustno-licevoj hirurgii i otorinolaringologii / pod red. prof. M.A. Chibisovoj. – SPb.: ООО «MEDi izdatel'stvo», 2014. – 360 s.
9. Somma F., Cammarota G., Plotino G., Grande N., Pameijer C. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials // JOE. 2008. №34 (4). P. 466-469.
10. Salehrabi R., Rotstein I. Epidemiologic evaluation of the outcomes of orthograde endodontic retreatment // JOE. 2010. №36 (5). P. 790-792.

Поступила 17.11.2017

Координаты для связи с авторами:
355017, г. Ставрополь, ул. Мира, д. 310

На 18-м Конгрессе Европейского эндодонтического общества (ESE) – 2017 (Брюссель, Бельгия)

С 12 по 16 сентября 2017 года проходил 18-й Конгресс Европейской ассоциации эндодонтистов (ESE). Всего в работе Конгресса приняли участие более двух тысяч человек из разных стран Европы. Российскую делегацию от МГМСУ им. А.И. Евдокимова составили: профессор Митронин А. В., член эндодонтической секции Стоматологической ассоциации России (ESRD), Европейской ассоциации эндодонтистов (ESE) и Международной эндодонтической федерации (IFEA), декан стоматологического факультета, зав. кафедрой кариесологии и эндодонтии МГМСУ им. А.И. Евдокимова, главный редактор журналов «Эндодонтия today», «Кафедра. Стоматологическое образование», в которых публикуются материалы о проводимых конгрессах. Кафедра кариесологии и эндодонтии подготовилась к данному форуму основательно – семь постерных докладов по различным темам эндодонтии, которые были приняты отборочной европейской комиссией по эндодонтии. Поэтому в делегацию вошли ассистент кафедры Галиева Д. Т., врач-стоматолог, ординаторы кафедры Байтокова А. Д., Гаева М. Ш., а также именные стипендиаты вуза, члены СНК кафедры кариесологии и эндодонтии Желкова А. А., Останина Д. А., Заблоская М. В. Из Москвы в работе конгресса приняли участие директор компании «Эндофорум» Шеина Н. М., профессор ЦНИИС и ЧЛХ Кречина Е. К. (представлен актуальный постерный доклад); были и другие представители из регионов России. Организационный комитет Конгресса подготовил всеобъемлющую научную программу. Проведено заседание членов делегации Российской эндодонтической ассоциации (Митронин А. В., Шеина

Н. М., Кречина Е. К.) – обсуждение организационных вопросов участия российской делегации в Эндодонтическом конгрессе ESE, а также провели многие организационные переговоры по формированию повестки дня 7-го Российского эндодонтического конгресса с международным участием (проводимого секцией эндодонтии в Москве 17-18 ноября). Делегация от России прошла регистрацию и получила материалы конгресса. На заседании Генеральной ассамблеи (ESE) 13 сентября рассматривались организационные вопросы. На Ассамблее была представлена презентация Австрии (Вена) как места проведения 19-го конгресса в 2019 г. – там в октябре месяце и будет очередной конгресс. Известные практикующие врачи и ведущие эксперты в области эндодонтии провели пленарный симпозиум, мастер-классы и прочитали лекции. В рамках Конгресса проходила отраслевая выставка, на которой международные стоматологические компании представили последние новинки эндодонтических инструментов, материалов и оборудования. Оргкомитет Конгресса организовал в этот день прекогресс, где в нескольких залах были представлены доклады на актуальные темы эндодонтии. При осмотре экспонатов международной выставки мы с интересом знакомимся со стоматологическим оборудованием, материалами. На стендах проводились мастер-классы, которые прошли все представители МГМСУ. 13 сентября состоялась торжественная церемония открытия конгресса. Звучали приветствия оргкомитета, президента (ESE) профессора Клауса Лёста, конгресс-президента Роланд де Мура и других