

DOI: 10.37988/1811-153X\_2023\_2\_16

[Д.В. Рогацкин](#)<sup>1</sup>,

врач-стоматолог, врач-рентгенолог

[П.Н. Гелетин](#)<sup>2</sup>,д.м.н., профессор кафедры  
пропедевтической стоматологии<sup>1</sup> ООО «ОРТОС»,  
214000, Смоленск, Россия<sup>2</sup> СмолГМУ, 214019, Смоленск, Россия

## Оптимизация алгоритма внутриротовой рентгенографии многокорневых зубов на примере первых моляров верхней челюсти и моляров нижней челюсти с *radix entomolaris*. Часть 1

**Реферат.** В настоящее время ни один стоматологический прием не обходится без детального рентгенологического обследования пациента, а оптимальными для стоматологии методами лучевой диагностики являются внутриротовая рентгенография зубов и конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). На современном стоматологическом приеме требования к точности диагностики возрастают, поскольку методы лечения усложняются, становятся более технологически наполненными, дорогостоящими, появляется необходимость в интраоперационном исследовании зубов и, как следствие, увеличивается ответственность за некачественное лечение. Однако внутриротовые рентгенограммы зубов часто недостаточно информативны, что может негативно сказаться на правильности диагностики и качестве лечения. В связи с этим все более актуальным следует считать предоперационное изучение трехмерного исследования пациента — КЛКТ. По полученному изображению можно не только оценить состояние зубов и окружающей костной ткани, определить план лечения, но и выбрать наиболее рациональный способ проведения внутриротового рентгенологического исследования. По виртуальной трехмерной модели можно определить оптимальное положение цифрового датчика в полости рта и выбрать необходимый угол наклона рентгеновского луча для получения полностью информативной внутриротовой рентгенограммы зуба, удовлетворяющей цели исследования. В то же время отечественные специалисты пока еще не в полной мере и недостаточно корректно пользуются ресурсами программного обеспечения КЛКТ. **Цели работы** — продемонстрировать возможность получения с помощью инструментов КЛКТ предоперационных изображений идентичных внутриротовым рентгенограмм зубов для оптимизации способа выполнения последующей интраоперационной рентгенографии, повышения информативности внутриротовых рентгенограмм зубов и улучшения качества эндодонтического лечения, а также представить данные о распространенности и конфигурации корней моляров нижней челюсти с дополнительным корнем (*radix entomolaris*)

на территории РФ. **Заключение.** При диагностике состояния многокорневых зубов по КЛКТ можно точно определить анатомическое строение исследуемого зуба, его пространственное положение в челюсти, заранее выбрать наиболее рациональный способ внутриротовой рентгенографии: решить под каким углом наклона рентгеновской трубки и с каким положением цифрового датчика будет получено наиболее информативное изображение каждого корня в процессе интраоперационного исследования. С помощью инструментов программы просмотра можно получить такой реформат КЛКТ, которому должна будет соответствовать информативная внутриротовая рентгенограмма, выполняемая в последующем интраоперационно. В данной работе описаны методы традиционной рентгенографии зубов и предложен алгоритм оптимизации внутриротового исследования зубов на основе КЛКТ, позволяющий значительно повысить информативность внутриротовых рентгенограмм зубов, что будет способствовать повышению качества эндодонтического лечения. Поскольку наибольшую сложность для внутриротовой рентгенографии представляют моляры верхней челюсти и зубы с нестандартным строением корня, в качестве примера представлена визуализация первого моляра верхней челюсти и моляров нижней челюсти с дополнительным корнем (*radix entomolaris*).

**Ключевые слова:** внутриротовые рентгенограммы зубов, конусно-лучевая компьютерная томография, эндодонтия, дополнительный корень у моляров нижней челюсти, *radix entomolaris*

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Рогацкин Д.В., Гелетин П.Н. Оптимизация алгоритма внутриротовой рентгенографии многокорневых зубов на примере первых моляров верхней челюсти и моляров нижней челюсти с *radix entomolaris*. Часть 1. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 26 (2): 16—23. DOI: 10.37988/1811-153X\_2023\_2\_16

[D.V. Rogatskin](#)<sup>1</sup>,

dentist, radiologist

[P.N. Geletin](#)<sup>2</sup>,PhD in Medical Sciences, full professor  
of the Propaedeutic dentistry Department<sup>1</sup> "ORTHOS" LLC, 214014, Smolensk, Russia<sup>2</sup> Smolensk State Medical University,  
214019, Smolensk, Russia

## Optimization of the algorithm for intraoral radiography of multi-rooted teeth on the example of the first maxillary molars and mandibular molars with *radix entomolaris*. Part 1

**Abstract.** Nowadays not a single dental appointment is complete without a detailed X-ray examination of the patient, and the most optimal methods of radiation diagnostics for dentistry are intraoral radiography of teeth and cone beam computed tomography (CBCT). At a modern dental appointment, the requirements for diagnostic accuracy are increasing, as treatment methods are getting more complicated, more technologically advanced, more expensive, a need for intraoperative dental examination appears, and, as a result, the responsibility for a poor-quality treatment is increasing as well. However, intraoral dental radiographs are often not informative enough, which can adversely affect the correct diagnosis and quality of treatment. Due to this, the preoperative study of the three-dimensional examination of the patient — CBCT should be considered more relevant. Based on the image obtained it is possible to only assess the conditions of the teeth and surrounding bone tissue, to determine the treatment plan but also to choose the most rational way to conduct an intraoral X-ray examination. Using a virtual three-dimensional model, we can determine the optimal position of the digital sensor in the oral cavity and select the required tilt angle of the X-ray beam to obtain a fully informative intraoral radiograph of the tooth that meets the purpose of the study. Nevertheless, local specialists do not yet use the resources of the CBCT software fully and sufficiently enough. **Purpose of work:** to demonstrate the possibility of obtaining preoperative images identical to intraoral dental radiographs with the help of CBCT tools in order to optimize the way of performing subsequent intraoperative radiography, increase the informative value of intraoral dental radiographs and improve the quality of endodontic treatment; to provide data on the prevalence and configuration of mandibular molar roots with an additional root (*radix entomolaris*) in Russia. **Conclusion.** In case of diagnosis

of multirouted teeth, when we study the CBCT image, we can accurately determine the anatomical structure of the examined tooth, its spatial position in the jaw, select in advance the most rational method of intraoral radiography to decide at what angle of the X-ray tube and with what position of the digital sensor the most informative image of each root will be obtained during intraoperative examination. Using the viewer tools, it is possible to obtain a CT reformat that should correspond to an informative intraoral radiograph to be performed intraoperatively afterwards. This research describes the methods of conventional dental radiography and proposes an algorithm for optimizing intraoral examination of teeth on the grounds of CBCT, which will significantly increase the informative value of intraoral dental radiographs, thereby contributing to improvement of the quality of endodontic treatment. Since the most complicated aspect for intraoral radiography are maxillary molars and teeth with non-standard root structure, the visualization of the first maxillary molar and visualization of the mandibular molars with an additional root (*radix entomolaris*) are presented as examples.

**Key words:** intraoral radiography of teeth, cone-beam computer tomography, endodontics, additional root of mandibular molar, radix entomolaris

**FOR CITATION:**

Rogatskin D.V., Geletin P.N. Optimization of the algorithm for intraoral radiography of multi-rooted teeth on the example of the first maxillary molars and mandibular molars with radix entomolaris. Part 1. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023; 26 (2): 16—23 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2023\_2\_16

## ВВЕДЕНИЕ

Длительное время в отечественной стоматологии лучевая диагностика рассматривалась как второстепенный вспомогательный метод обследования. Однако в последнее десятилетие ситуация кардинально изменилась: появились новые технологии, новые специальности и новые требования к обследованию и лечению пациентов. В настоящее время ни один стоматологический прием не обходится без детального рентгенологического обследования пациента, а оптимальными для стоматологии методами лучевой диагностики являются внутриротовая рентгенография зубов и конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) [1–3].

При внутриротовой рентгенографии объектом исследования являются зубы и альвеолярные части челюстей, приемник изображения размещают в полости рта пациента, а полученные рентгенограммы называют внутриротовыми рентгенограммами зубов. Иногда такие рентгенограммы еще называют прицельными, однако это неправильно.

Прицельным называется снимок, выполненный вне стандартной укладки, произвольно, без соблюдения правил, его выполняют в особых случаях. Стандартизированные внутриротовые исследования именуются соответственно применяемому способу и методике позиционирования, и в таком случае они называются внутриротовыми рентгенограммами зуба [4, 5].

Определение «контактная рентгенография зубов» в современных условиях также не может считаться

корректным, поскольку подразумевает рентгенографию при полном контакте пленки со слизистой. Жесткая конструкция датчика цифрового приемника изображения не может обеспечить такой контакт, а современные методы эндодонтического лечения вообще исключают возможность подобного позиционирования приемника изображения.

В первой половине XX века, чтобы облегчить работу со стоматологическими пациентами, для рентгенолаборантов и врачей-рентгенологов были разработаны стандартные углы наклона тубуса рентгеновской трубки для каждой группы зубов, определены приблизительные усредненные точки проекции верхушек корней на кожу лица и предложено фиксировать голову пациента в стандартном положении при исследовании верхней или нижней челюсти [6–9].

Таким образом, был выработан и получил широкое распространение формальный подход к проведению внутриротовой рентгенографии зубов — стандартизированный подход со стороны аппарата с использованием внешних ориентиров без учета индивидуальных анатомических особенностей пациента [3, 4]. Требования к комфорту и качеству лечения пациентов неуклонно растут. Повышается и уровень подготовки специалистов, и в связи с этим необходимо отказаться от формального подхода к проведению лучевого обследования зубов. Современные высокотехнологичные методы лечения с применением высокоточной оптики и седации исключают возможность изменения положения пациента во время лечения, что, в свою очередь, определяет

необходимость проведения внутриротовой рентгенографии непосредственно в процессе лечения, когда пациент находится в стоматологическом кресле.

Тема необходимости изучения КЛКТ перед эндодонтическим вмешательством в последнее десятилетие многократно обсуждалась зарубежными и отечественными специалистами, и все единогласно пришли к мнению, что это важный этап на пути к успешному лечению. Однако программное обеспечение компьютерных томографов не одинаково у каждого аппарата, стандартизированные методы визуализации зубов пока не рекомендованы и не регламентированы. Изучение КЛКТ в большинстве случаев проводится врачами-стоматологами чисто интуитивно, фиксация результатов осуществляется в «авторском» понимании, визуализация объекта исследования проводится некорректно.

Кроме того, трехмерное изображение изучают специалисты, которые затем сами не выполняют внутриротовые рентгенограммы. В свою очередь, внутриротовые рентгенограммы делают рентгенолаборанты, которые не изучали КЛКТ, и во многих случаях информация, полученная при анализе внутриротовой рентгенограммы зуба, очень сильно отличается от того, что врач-стоматолог видел на диагностической КЛКТ, а увиденное не соответствует ожидаемому. В связи с этим на практике врач-стоматолог часто требует сделать дополнительные внутриротовые рентгенограммы, чтобы сравнить их с КЛКТ до вмешательства. Это может быть оправдано только в двух случаях: при диагностике контактного кариеса на контакте с искусственной супраконструкцией или при оценке состояния краевого периодонта в зубах, восстановленных с помощью металлической вкладки. Во всех остальных случаях получить суммационное изображение, идентичное внутриротовой рентгенограмме зуба, можно с помощью опций программного обеспечения КЛКТ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При подготовке материала были использованы компьютерные томограммы пациентов, выполненные на конусно-лучевых компьютерных томографах Planmeca ProMax 3D Mid (Planmeca, Финляндия) и Rayscan Symphony Alpha (Ray Co., Корея). Визуализация проведена с помощью программного обеспечения Ez3D Plus (Vatech, Корея). Результаты визуализации сопоставляли с внутриротовыми рентгенограммами зубов, выполненными с помощью дентального рентгеновского аппарата Kodak CS2100 (Carestream Dental, США) и цифрового приемника изображения (радиовизиографа) GXS-700 (Gendex, США) и EzSensor 1.5 (Vatech).

Для диагностики в стоматологии используются 4 вида внутриротовой рентгенографии зубов, соответственно применяемому способу и методике позиционирования:

- 1) изометрическая рентгенография;
- 2) параллельная или ортогональная рентгенография;
- 3) интерпроксимальная рентгенография;
- 4) окклюзионная рентгенография.

Самый известный, распространенный и востребованный метод внутриротовой рентгенографии зубов — изометрический (метод А. Цешинского, 1926) [1, 3]. В данном случае исследование может выполняться как с использованием позиционера, так и при пальцевом удержании приемника изображения в полости рта.

Суть изометрического метода заключается в следующем: при рентгенографии зуба по правилу изометрии центральный рентгеновский луч направляется на апекс или на середину корня исследуемого зуба перпендикулярно биссектрисе угла, образованного плоскостью приемника изображения и вертикальной осью зуба (рис. 1).

При таком способе прохождения луча через объект и проецировании его тени на плоскость проекционное искажение присутствует в любом случае, и в наибольшей степени оно будет выражено в пришеечной и коронковой области. Как правило, искажение характеризуется изменением величины объекта и наложением смещенных теней друг на друга (рис. 2).

Наиболее точные и корректные рентгенограммы зубов могут быть получены только параллельным методом внутриротовой рентгенографии [1]. Рекомендательный метод иногда называется ортогональным, т.е. прямоугольным, в связи с тем, что во время экспозиции рентгеновский луч направляется к приемнику изображения строго под прямым углом. Полноценное исследование зубов в данном случае осуществимо только с использованием

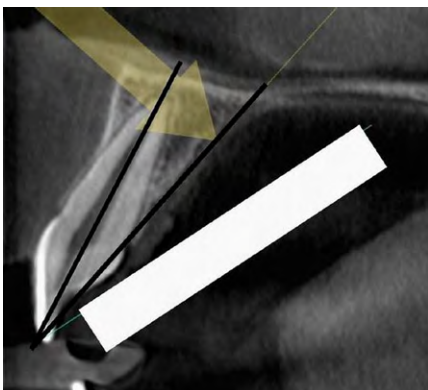


Рис. 1. Схема положения приемника изображения и направления рентгеновского луча (стрелка) при изометрической внутриротовой рентгенографии зуба  
Fig. 1. Diagram of the position of the image receiver and the direction of the X-ray beam (arrow) with isometric intraoral radiography of the tooth

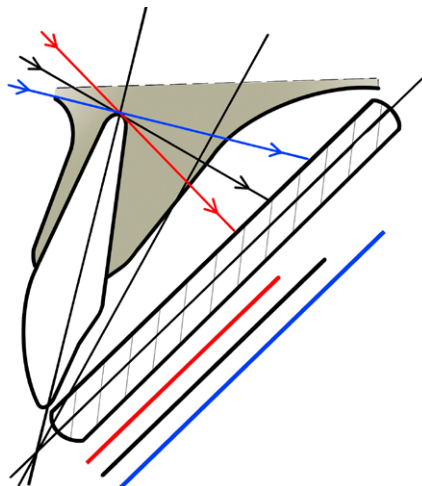


Рис. 2. Проекционные искажения при некорректной изометрической внутриротовой рентгенографии зубов  
Fig. 2. Projection distortion in case of incorrect isometric intraoral radiography of teeth

позиционирующих устройств. Метод разработан Э. Келсом в 1907 г., им же были сконструированы первые позиционеры.

Однако ортогональный метод в классическом исполнении исключает возможность проведения внутриротовой рентгенографии зубов в косых проекциях, необходимых для получения раздельного изображения корней, поэтому после усовершенствования методики (съемка с увеличенным фокусным расстоянием) метод получил название параллельный. В данном случае подразумевается, что плоскость пленки или цифрового датчика располагается строго параллельно вертикальной оси исследуемого зуба, и вне зависимости от того, под каким горизонтальным углом на нее падает луч, вертикальный угол падения луча остается прямым.

Для получения параллельной (ортогональной) внутриротовой рентгенограммы зуба приемник изображения необходимо фиксировать в полости рта строго параллельно вертикальной оси зуба на минимальном расстоянии от зуба. Центр рентгеновского луча необходимо направить на середину корня зуба перпендикулярно плоскости цифрового датчика (рис. 3).

При исследовании многокорневых зубов и в случаях, когда имеется второй канал в одном корне, на внутриротовой рентгенограмме зуба, выполненной с орторадиальным направлением рентгеновского луча (прямая проекция), корни и корневые каналы часто накладываются друг на друга, что значительно затрудняет диагностику и может привести к ошибке в процессе лечения. Для получения раздельного изображения корней/корневых каналов, т.е. для достижения эффекта расхождения или параллакса теней последовательно расположенных объектов, используется рентгенография с косым (эксцентрическим) направлением рентгеновского луча (рис. 4).

Применительно к каждому конкретному случаю выбирают мезиальный или дистальный наклон тубуса рентгеновской трубки в горизонтальной плоскости, и определяют угол наклона — ангуляцию. На практике используются две основные проекции и две горизонтальные ангуляции.

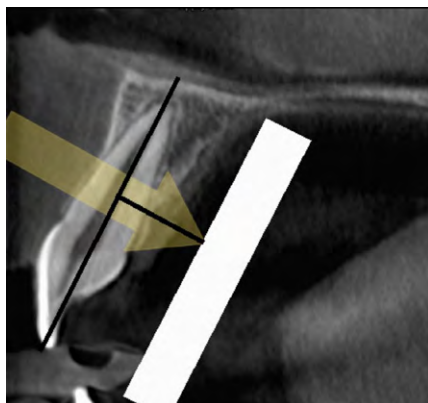


Рис. 3. Схема положения приемника изображения и направления рентгеновского луча (стрелка) при параллельной внутриротовой рентгенографии

Fig. 3. Diagram of the position of the image receiver and the direction of the X-ray beam (arrow) with parallel intraoral radiography

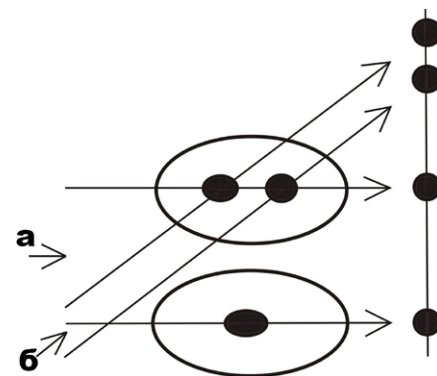


Рис. 4. Схема направления рентгеновского луча при прямой (орторадиальной) проекции (a), и косой (эксцентрической) проекции (b)  
Fig. 4. Diagram of the direction of the X-ray beam: a — in the direct — orthoradial projection; b — in oblique (eccentric) projection

#### Проекции:

- прямая, или орторадиальная, проекция — рентгеновский луч направляется строго в соответствии с вестибуло-оральным сечением зуба или альвеолярной части челюсти. Используется с целью диагностики патологических состояний зуба и тканей периодонта (рис. 5 стрелка a, рис. 6a).
- косая, или эксцентрическая, проекция — рентгеновский луч направляется под заданным углом относительно вестибуло-орального сечения. Используется

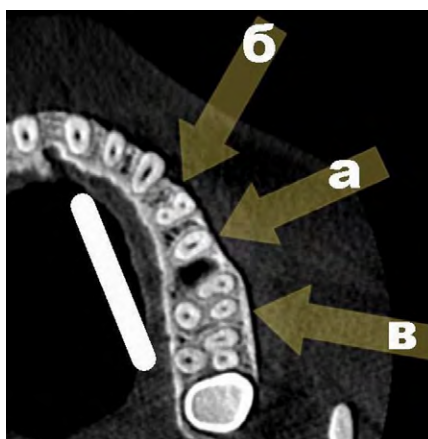


Рис. 5. КЛКТ, аксиальный реформат на уровне середины корней зубов верхней челюсти. Схема направления рентгеновского луча при внутриротовой рентгенографии зубов: a — в прямой проекции для зуба 2.5 и в косой проекции: b — мезиально-эксцентрической для зуба 2.4, c — дистально-эксцентрической для зуба 2.6

Fig. 5. CBCT, an axial section at the level of the middle of the roots of the maxillary teeth. Scheme of the direction of the X-ray beam during intraoral radiography of the teeth in the direct projection for the tooth 2.5 — a, and oblique projection: b — mesial-eccentric for the tooth 2.4, c — distal-eccentric for the tooth 2.6

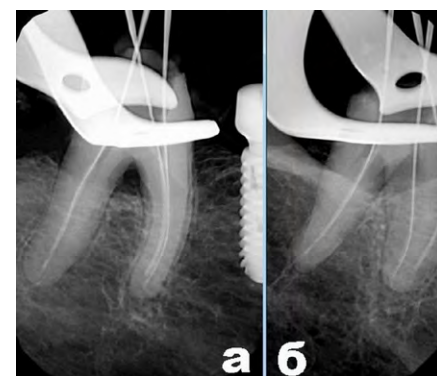


Рис. 6. Внутриротовые рентгенограммы зуба 4.7: a — в прямой проекции наблюдается суммация теней инструментов в мезиальном корне, дефект костной ткани в области фуркации отчетливо визуализируется; b — в косой дистально-эксцентрической проекции получено раздельное изображение инструментов в мезиальном корне, просвет деструкции в области фуркации визуально не определяется  
Fig. 6. Intraoral radiograph of the tooth 4.7: a — in the direct projection, the summation of the shadows of the instruments in the mesial root is observed, the bone defect in the furcation area is clearly visualized; b — in the oblique distal-eccentric projection, a separate image of the instruments in the mesial root was obtained, the lumen of destruction in the furcation region is not visually determined

для распознавания положения инструментов или пломбировочного материала в корневых каналах, получения раздельного изображения корней (рис. 5, стрелки б и в).

Ангуляции в косой проекции:

- передняя косая, или мезиально-эксцентрическая, — рентгеновский луч направляется с мезиальным отклонением угла от вестибуло-орального сечения (рис. 5 стрелка б, рис. 7).
- задняя косая, или дистально-эксцентрическая, — рентгеновский луч направляется с дистальным отклонением от вестибуло-орального сечения (рис. 5 стрелка в, рис. 6б).



Рис. 7. Внутриротовая рентгенограмма зубов 1.4 и 1.3 в мезиально-эксцентрической проекции, диагностический снимок  
Fig. 7. Intraoral radiograph of the tooth 1.4 and 1.3 in mesial-eccentric projection, diagnostic image

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящее время в связи с возрастающими требованиями к проведению эндодонтического лечения зубов и контролю качества лечения существует необходимость детальной предоперационной диагностики. Ранее с этой целью использовали исключительно панорамные томограммы зубных рядов (ортопантограммы) или внутриротовые рентгенограммы зубов.

В современных условиях эти двухмерные статичные изображения уже не являются достаточно информативными, не соответствуют целям исследования в эндодонтии и пародонтологии. Наиболее рациональным методом диагностической подготовки сейчас является предоперационная верификация индивидуального строения корней каналов с помощью КЛКТ. В данном случае речь идет о том, что по данным КЛКТ можно абсолютно точно определить строение и конфигурацию корней зубов, предвидеть возможное возникновение сложностей в лечении, правильно поставить диагноз, что значительно снижает риск возникновения осложнений в процессе лечения.

В то же время, если КЛКТ является идеальным диагностическим инструментом, то для контроля в процессе эндодонтического лечения, особенно в условиях седации, данный метод исследования не может быть использован. Основным интраоперационным методом лучевой диагностики зубов была и остается внутриротовая рентгенография.

Для исследования многокорневых зубов в процессе лечения используется полипозиционная внутриротовая рентгенография, т.е. исследование выполняется несколько раз под разными углами, чтобы получить достоверное изображение каждого корня/канала без суммации его тени с другими анатомическими структурами. Однако на практике нередко оказывается, что уже первый

снимок недостаточно информативен, и оператору приходится менять, порой даже несколько раз, угол наклона тубуса рентгеновской трубки и положение сенсора, делать дополнительные рентгенограммы. Это удлиняет время исследования, увеличивает лучевую нагрузку на пациента и может послужить поводом для появления сомнений в компетентности оператора. Оптимизировать методику обследования и избежать подобных негативных эффектов можно после детального изучения КЛКТ пациента до начала лечения.

Для этого проводят прицельную трехмерную визуализацию исследуемого зуба по стандартизированной методике [1] в режиме мультипланарной реформации. Для имитации двухмерного изображения в сагиттальном окне увеличивают глубину визуализированного слоя до 5–7 мм. Таким образом, создается зонограмма с псевдосуммационным изображением, соответствующая внутриротовой рентгенограмме зуба.

Переднезадняя протяженность сагиттальной плоскости (Y) будет соответствовать мезиодистальной протяженности зубного ряда, следовательно, перпендикуляром к ней, соответствующим вектору направления луча в прямой проекции, будет координата корональной плоскости — плоскости X. При таком виртуальном позиционировании оператор заранее видит на экране, как будет выглядеть внутриротовая рентгенограмма зуба, выполненная параллельным методом в прямой проекции. Например, при исследовании зуба 1.4 в прямой проекции будет наблюдаться суммация корней и на внутриротовой рентгенограмме зуба двухкорневой премолар будет выглядеть как однокорневой (рис. 8).

Отклоняя корональную плоскость под углом к объекту, оператор получает возможность смоделировать в корональном окне оптимальное информативное изображение, которое должно получиться на внутриротовой рентгенографии зуба, определить индивидуальный угол наклона тубуса рентгеновской трубки относительно цифрового датчика и провести внутриротовую рентгенографию зуба в соответствии с полученной информацией (рис. 9).

По КЛКТ, в случае лучевой диагностики состояния многокорневых зубов, можно точно определить анатомическое строение исследуемого зуба, его пространственное положение в челюсти, положение вертикальной оси корней относительно видимых в полости рта ориентиров, заранее выбрать наиболее рациональный способ внутриротовой рентгенографии зуба — решить под каким углом наклона тубуса рентгеновской трубки и с каким положением цифрового датчика будет получено

наиболее информативное изображение каждого корня в процессе интраоперационного исследования. В случае лечения зубов со сложным или нестандартным анатомическим строением врач-стоматолог также имеет возможность заранее определить зоны риска при работе, в которых может возникнуть осложнение и определить тактику вмешательства. При необходимости проведения ортоградной ревизии корневых каналов или диагностики осложнений вмешательства специалист получает достоверную информацию обо всех имеющихся перирадикулярных изменениях, которые далеко не всегда видны на обычной двухмерной внутриротовой рентгенограмме (рис. 10), перфорациях корня, отсутствии или наличии пломбировочного материала в том или ином канале корня, что позволяет выбрать оптимальный способ внутриротовой рентгенографии зубов для получения информации в ходе их эндодонтического лечения.

Как известно, наиболее сложное строение корней у моляров, поэтому описание методики визуализации и оптимизации внутриротового рентгенографического исследования будет продемонстрировано на примере первых моляров верхней челюсти и моляров нижней челюсти с усложненным строением в следующей части статьи.

Первый моляр верхней челюсти, как правило, имеет 3 корня и 4 канала: дистальный щечный корень, мезиальный щечный корень и небный корень. При этом в переднем щечном корне в большинстве случаев имеется

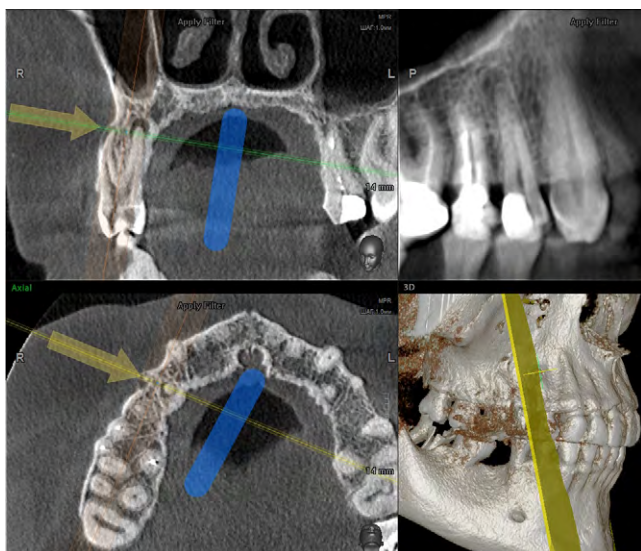


Рис. 8. Мультипланарная реформация КЛКТ, прицельная визуализация зуба 1.4 (хронический периодонтит). В корональном и аксиальном окнах визуализации представлено схематическое положение внутриротового цифрового датчика и направление рентгеновского луча при параллельном методе рентгенографии, в аксиальном окне — зоннограмма с глубиной слоя 5 мм, соответствующая по информативности внутриротовой рентгенограмме зуба 1.4

Fig. 8. Multiplanar reformation CBCT, targeted visualization of the tooth 1.4 (chronic periodontitis). In the coronal and axial imaging windows, the schematic position of the intraoral digital sensor and the direction of the X-ray beam are presented with a parallel radiography method, in the axial window there is a zonogram with a layer depth of 5 mm, corresponding in information content to the intraoral radiograph of the tooth 1.4

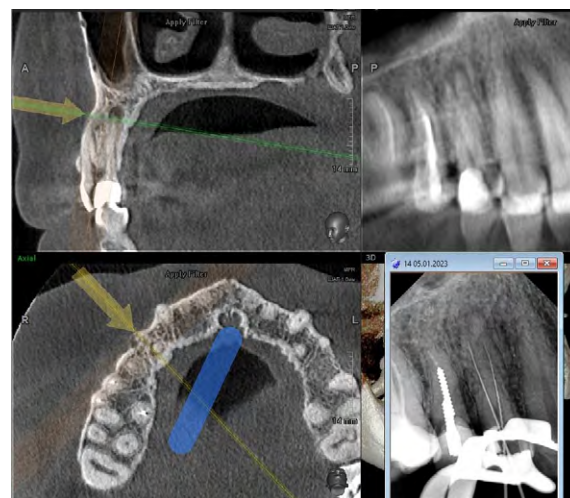


Рис. 9. Мультипланарная реформация КЛКТ, прицельная визуализация зуба 1.4 (хронический периодонтит), комбинированное изображение. В корональном и аксиальном окнах визуализации представлено схематическое положение внутриротового цифрового датчика и направление рентгеновского луча при параллельном методе съемки в передней косо́й проекции. В аксиальном окне — зоннограмма с глубиной слоя 5 мм, соответствующая по информативности внутриротовой рентгенограмме зуба 1.4 в мезиально-эксцентрической проекции. В окне объемной модели — аппликация внутриротовой рентгенограммы зуба 1.4 — контрольный снимок в процессе эндодонтического лечения

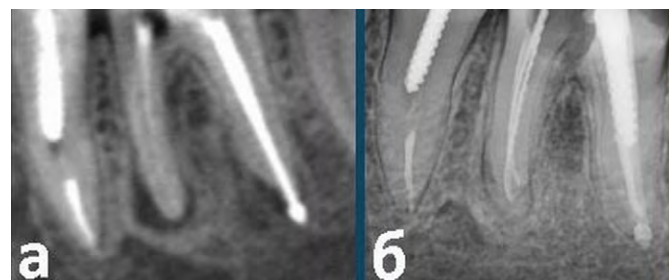


Рис. 10. Зуб 3.6: а — реформат КЛКТ, мезиодистальное сечение через корни, определяется периапикальная деструкция костной ткани в области верхушек обеих корней, перифокальный остеоэсклероз вокруг мезиальной деструкции, периапикальная экструзия пломбировочного материала из канала дистального корня проецируется на апекс корня и не может быть расценена как результат экструзии

Fig. 10. Tooth 3.6: a — reformat CBCT, mesio-distal section through the roots of the, determined periapical destruction of bone tissue in the spot of the tops of both roots, perifocal osteosclerosis around the mesial destruction, periapical extrusion of filling material from the distal root canal; б — intraoral radiograph, periapically in the area of the apex roots, the destruction is not visualized, the periapical sclerotic change in bone tissue is determined mesially, the shadow of the removed filling material from the distal root is projected onto the apex root and cannot be regarded as the result of extrusion

2 корневых канала, и внутриротовая рентгенография моляров верхней челюсти технически наиболее сложная.

Основные задачи внутриротовой рентгенографии моляров верхней челюсти:

- 1) полноценная визуализация зуба в целом для оценки анатомического строения;
- 2) визуализация области фуркации;
- 3) визуализация периапикальных тканей каждого из трех корней;
- 4) получение раздельного изображения каналов с введенными инструментами в переднем щечном корне.

В связи с этим для проведения внутриротовой рентгенографии моляров верхней челюсти рекомендуется полипозиционная рентгенография с использованием как параллельной, так и изометрической техники [1]. Определить направление рентгеновского луча и спроектировать результирующее изображение можно заранее на основе данных КЛКТ. Пример проектирования и определения наклона тубуса рентгеновской трубки для исследования первого моляра верхней челюсти слева представлен на рис. 11–13. Так, в прямой проекции

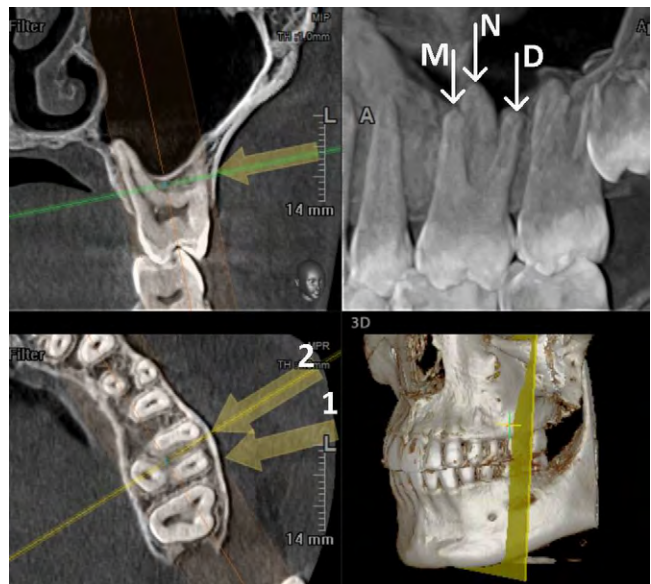


Рис. 12. Мультипланарная реформация КЛКТ, прицельная визуализация зуба 2.6, тот же вид (см. рис. 9). При смещении направления рентгеновского луча мезиально — стрелка 2 на аксиальном реформате — будет получено раздельное изображение верхушек каждого корня зуба 2.6, но область фуркации перекроется тенью нёбного корня, что и представлено в сагиттальном окне

Fig. 12. Multiplanar reformation CBCT, sighted visualization of the tooth 2.6, the same view (see Fig. 9). When the direction of the X-ray beam is shifted mesially — arrow 2 on the axial reformat — a separate image of the tops of each root of the tooth 2.6 will be obtained, but the furcation area will be blocked by the shadow of the palatine root, which is represented in the sagittal window

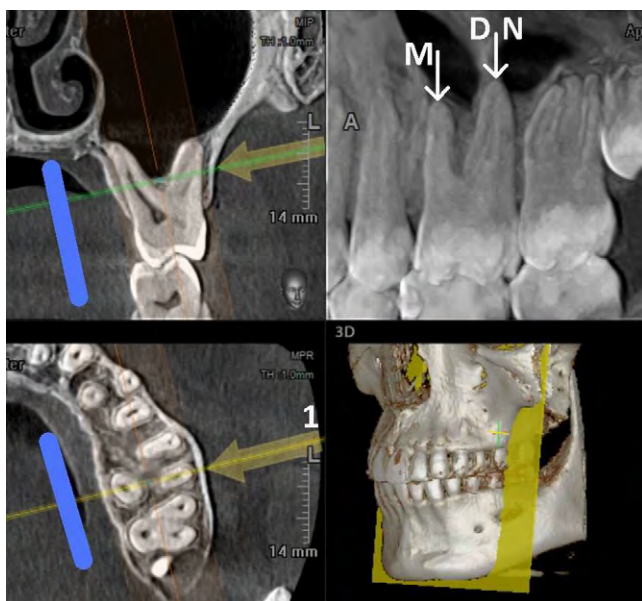


Рис. 11. Мультипланарная реформация КЛКТ, прицельная визуализация зуба 2.6. В аксиальном окне стрелка 1 указывает направление рентгеновского луча в прямой проекции, в корональном — положение цифрового датчика в полости рта. Сагиттальный реформат выполнен в виде зонограммы в режиме проекции точек с максимальной интенсивностью (MIP — Maximum Intensity Projection), конфигуративно соответствующей внутриротовой рентгенограмме зуба 2.6, где получено отдельное изображение переднего щечного корня (M). Отчетливо визуализированы мезиальная и буккальная бифуркации, но имеется суммация дистального щечного и нёбного корней

Fig. 11. Multiplanar reformation CBCT, targeted visualization of the tooth 2.6. In the axial window, arrow 1 indicates the direction of the X-ray beam in the direct projection, in the coronal window — the position of the digital sensor in the oral cavity. The sagittal reformat is made in the form of a zonogram in the mode of projection of points with maximum intensity (MIP — Maximum Intensity Projection), configuratively corresponding to the intraoral radiograph of the tooth 2.6, where a separate image of the anterior buccal root (M) is obtained. Mesial and buccal bifurcations are clearly visualized, but there is a summation of the distal buccal and palatine roots

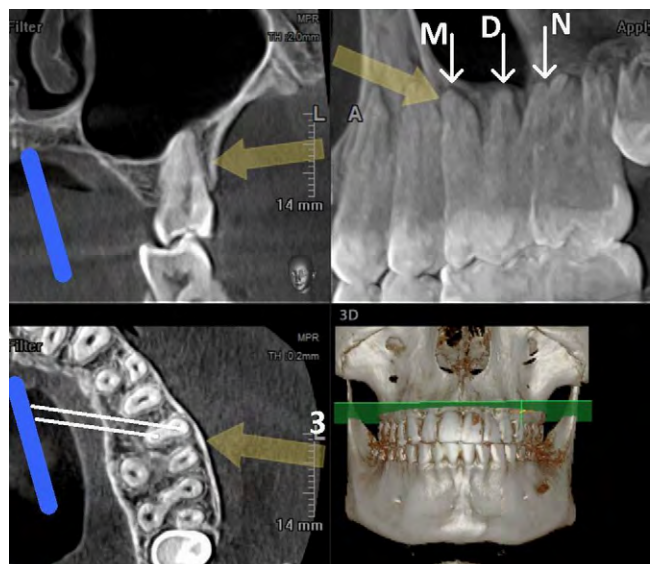


Рис. 13. Мультипланарная реформация КЛКТ, прицельная визуализация переднего щечного корня зуба 2.6. В косой задней (дистально-эксцентрической) проекции на внутриротовой рентгенограмме зуба удастся получить раздельное изображение корневых каналов в мезиобуккальном корне, дистальный корень займет срединное положение, нёбный — дистальное

Fig. 13. Multiplanar reformation CBCT, targeted visualization of the anterior buccal root of the tooth 2.6. In the oblique posterior (distal-eccentric) projection on the intraoral radiograph of the tooth, it will be possible to obtain a separate image of the root canals in the mesio-buccal root, the distal root will occupy the median position, the palatine — distal

на внутриротовой рентгенограмме зубов будет получено отдельное изображение переднего щечного корня, отчетливо визуализированы мезиальная и буккальная бифуркации, но произойдет суммация дистального щечного и небного корней. На рис. 11 в аксиальном окне мультипланарной реформации стрелка 1 указывает направление рентгеновского луча, в корональном — положение цифрового датчика в полости рта, в сагитальном окне представлена зонограмма в режиме проекции точек с максимальной интенсивностью, соответствующая внутриротовой рентгенограмме зуба.

При мезиальном наклоне тубуса рентгеновской трубки относительно плоскости цифрового датчика (рис. 12, стрелка 2) будет получено раздельное изображение верхушек каждого корня, но область фуркации перекроется тенью небного корня.

Чтобы получить раздельное изображение каналов в переднем щечном корне этого зуба, необходима дистально-эксцентрическая проекция с большим углом наклона тубуса рентгеновской трубки (рис. 13, стрелка 3) при смещении цифрового датчика мезиально.

В данной проекции дистальный корень займет срединное положение на внутриротовой рентгенограмме зуба, а небный — дистальное.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день КЛКТ в стоматологии является наиболее информативным методом лучевой диагностики [1, 4]. С помощью трехмерной виртуальной модели сканированного пространства врач может не только достоверно диагностировать состояние челюстно-лицевой области, планировать лечение, достоверно отслеживать его результаты, но и оптимизировать процесс внутриротовой рентгенографии зубов.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Поступила:** 18.01.2023      **Принята в печать:** 31.05.2023

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

**Received:** 18.01.2023      **Accepted:** 31.05.2023

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Рogaцкин Д.В. Лучевая диагностика в стоматологии: 2D/3D. — М.: ТАРКОММ, 2021. — С. 150—240.
2. Patel S., Durack C., Abella F., Shemesh H., Roig M., Lemberg K. Cone beam computed tomography in endodontics — a review. — *Int Endod J.* — 2015; 48 (1): 3—15. [PMID: 24697513](#)
3. Аржанцев А.П. Рентгенология в стоматологии: руководство для врачей. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. — С. 68—103.
4. Чибисова М.А. Трехмерные цифровые технологии в диагностике и контроле лечения заболеваний челюстно-лицевой области. — СПб: Человек, 2022. — С. 109—201.
5. Rogazkyn D., Metzger Z., Solomonov M. The prevalence and asymmetry of C-shaped root canals in second mandibular molars in a European—Russian population: a cone-beam computed tomography study in vivo. — *International Journal of Endodontic Rehabilitation.* — 2016; 2: 12—16.
6. Melton D.C., Krell K.V., Fuller M.W. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. — *J Endod.* — 1991; 17 (8): 384—8. [PMID: 1809802](#)
7. Fan B., Cheung G.S., Fan M., Gutmann J.L., Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I — Anatomical features. — *J Endod.* — 2004; 30 (12): 899—903. [PMID: 15564874](#)
8. Carlsen O., Alexandersen V. Radix entomolaris: identification and morphology. — *Scand J Dent Res.* — 1990; 98 (5): 363—73. [PMID: 2293344](#)
9. Duman S.B., Duman S., Bayrakdar I.S., Yasa Y., Gumussoy I. Evaluation of radix entomolaris in mandibular first and second molars using cone-beam computed tomography and review of the literature. — *Oral Radiol.* — 2020; 36 (4): 320—326. [PMID: 31435850](#)

### REFERENCES:

1. Rogatskin D.V. Radiation diagnostics in dentistry: 2D/3D. Moscow: TARKOMM, 2021. Pp. 150—240 (In Russian).
2. Patel S., Durack C., Abella F., Shemesh H., Roig M., Lemberg K. Cone beam computed tomography in endodontics a review. *Int Endod J.* 2015; 48 (1): 3—15. [PMID: 24697513](#)
3. Arzhantsev A.P. Radiology in stomatology: a guide for doctors. Moscow: GEOTAR-Media, 2021. Pp. 68—103 (In Russian).
4. Chibisova M.A. Three-dimensional digital technologies in the diagnosis and control of treatment of diseases of the maxillofacial region. Saint-Petersburg: Human, 2022. Pp. 109—201 (In Russian).
5. Rogazkyn D., Metzger Z., Solomonov M. The prevalence and asymmetry of C-shaped root canals in second mandibular molars in a European—Russian population: a cone-beam computed tomography study in vivo. *International Journal of Endodontic Rehabilitation.* 2016; 2: 12—16.
6. Melton D.C., Krell K.V., Fuller M.W. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J Endod.* 1991; 17 (8): 384—8. [PMID: 1809802](#)
7. Fan B., Cheung G.S., Fan M., Gutmann J.L., Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I Anatomical features. *J Endod.* 2004; 30 (12): 899—903. [PMID: 15564874](#)
8. Carlsen O., Alexandersen V. Radix entomolaris: identification and morphology. *Scand J Dent Res.* 1990; 98 (5): 363—73. [PMID: 2293344](#)
9. Duman S.B., Duman S., Bayrakdar I.S., Yasa Y., Gumussoy I. Evaluation of radix entomolaris in mandibular first and second molars using cone-beam computed tomography and review of the literature. *Oral Radiol.* 2020; 36 (4): 320—326. [PMID: 31435850](#)