

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-2-51-61>

# Сравнительный анализ возможностей различных видов конусно-лучевой томографии в экспериментальном исследовании корневых каналов зубов до и после заполнения инородными материалами высокой плотности (часть 2)<sup>1</sup>

А. Ю. Васильев\*,<sup>1</sup>, В. В. Петровская<sup>1</sup>, Е. А. Ничипор<sup>1</sup>, В. Г. Алпатова<sup>2</sup>,  
Н. Н. Потрахов<sup>3</sup>, В. Б. Бессонов<sup>3</sup>, Н. Е. Староверов<sup>3</sup>, Л. П. Кисельникова<sup>1</sup>,  
М. А. Шевченко<sup>1</sup>, Н. Н. Белозерова<sup>1</sup>, М. М. Белозеров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики

<sup>2</sup> ЧОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт стоматологии последипломного образования», кафедра стоматологии общей практики

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)», кафедра электронных приборов и устройств

## Comparative Analysis of Capabilities of Different Types of Cone-Beam Tomography in an Experimental Study of Root Canals of Teeth Filled with High-Density Materials (part 2)

A. Yu. Vasil'ev\*,<sup>1</sup>, V. V. Petrovskaya<sup>1</sup>, E. A. Nichipor<sup>1</sup>, V. G. Alpatova<sup>2</sup>,  
N. N. Potrakhov<sup>3</sup>, V. B. Bessonov<sup>3</sup>, N. E. Staroverov<sup>3</sup>, L. P. Kiselnikova<sup>1</sup>,  
M. A. Shevchenko<sup>1</sup>, N. N. Belozerova<sup>1</sup>, M. M. Belozerov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia

<sup>2</sup> Saint Petersburg Institute of Dental Postgraduate Education, St. Petersburg

<sup>3</sup> Saint Petersburg State Electrotechnical University (LETU), St. Petersburg

\* **Васильев Александр Юрьевич**, доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: auv62@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-0635-4438

**Vasil'ev Aleksandr Yur'evich**, M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Department of Radiology, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: auv62@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-0635-4438

<sup>1</sup> **Продолжение.** Часть 1 опубликована в журнале «Радиология — практика» № 5 (83), 2020.

## Реферат

В ходе экспериментального исследования проведен анализ томограмм препаратов удаленных зубов до и после заполнения корневых каналов фрагментами металлических инструментов для обработки каналов и материалом для эндодонтического лечения. На первом этапе было проведено сканирование необработанных препаратов зубов с использованием конусно-лучевого компьютерного томографа и микрофокусного конусно-лучевого компьютерного томографа, проведена сравнительная оценка информативности использованных методик по результатам исследований. На втором этапе эксперимента проведен сравнительный анализ возможностей методик конусно-лучевой компьютерной томографии при исследовании обработанных каналов корней зубов, содержащих инородные материалы высокой плотности.

**Ключевые слова:** томография, конусно-лучевая компьютерная томография, микрофокусная конусно-лучевая компьютерная томография, кальций-алюмосиликатный цемент, метод латеральной конденсации холодной гуттаперчи, цинкоксидэвгеноловая паста, термопластифицированная гуттаперча, силер на основе эпоксидной смолы.

## Abstract

During the course of this experimental study tomograms of extracted teeth were analyzed before and after filling the root canals with an endodontic material and fragments of broken metal instruments for root canal treatment. During the first stage of the experiment, untreated extracted teeth were scanned using cone-beam computed tomography and microfocus cone-beam computed tomography. A comparative assessment of capabilities of the two methods of cone-beam computed tomography based on examination of untreated root canals was carried out. The second part of the study is dedicated to visualization of root canals that contain foreign high-density materials.

**Key words:** Tomography, Cone-Beam Computed Tomography, Microfocus Cone-Beam Computed Tomography, Calcium-Aluminosilicate Cement, Cold Lateral Condensation of Gutta-Percha, Zinc Oxide-Eugenol Paste, Thermoplasticized Gutta-Percha, Epoxy Resin-Based Sealer.

## Актуальность

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) применяется для диагностики патологии зубочелюстной системы, планирования и контроля хирургических вмешательств и эндодонтического лечения в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Микрофокусная конусно-лучевая компьютерная томография (микроКЛКТ) — разновидность КЛКТ, в которой применяется рентгеновская трубка с фокусным пятном размером менее 100 мкм [4]. Несмотря на то что современные микрофокусные томографы не предназначены для использования в клинической практике, в последнее десятилетие постепенно увеличивается количество

экспериментальных научных работ с применением микроКЛКТ в стоматологии. С помощью микроКЛКТ проводят оценку плотности и равномерности заполнения корневых каналов эндодонтическими материалами после лечения [1, 5, 7], изучают естественные и патологические изменения минерализации тканей зубов [2, 3], анализируют состояние корневых каналов в зависимости от инструментов, использованных при инструментальной обработке [8]. Интерес к микроКЛКТ в медицине растет, но большинство работ имеют пилотный характер с использованием небольшого числа препаратов, не разработаны алгоритмы проведения исследований

с использованием данной методики, отсутствуют данные о рентгеносемиотике структур в области зубочелюстной системы по результатам микроКЛКТ. В отечественной литературе встречаются только единичные работы, в которых описаны результаты применения микроКЛКТ в стоматологии.

**Цель:** сравнить возможности методик конусно-лучевой компьютерной томографии в визуализации высокоплотных инородных материалов в корневых каналах; провести сравнительный анализ рентгеносемиотики материала для эндодонтического лечения и фрагментов сломанных инструментов в корневых каналах удаленных зубов по результатам КЛКТ и микроКЛКТ.

### Материалы и методы

В исследовании применялся конусно-лучевой компьютерный томограф Kavo OP 3D Vision (Imaging Sciences International LLC, США) и отечественный микрофокусный томограф МРКТ-04 (кафедра ЭПУ Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Россия). На первом этапе эксперимента было проведено исследование корней 30 удаленных зубов с помощью аппаратов КЛКТ и микроКЛКТ. Второй этап экспериментального исследования заключался в инструментальной обработке корневых каналов с последующим повторным сканированием. В процессе обработки внутри некоторых зубов были преднамеренно сломаны инструменты для механической обработки корневых каналов: К-файлы, Н-файлы и каналонаполнители. Затем часть препаратов была заполнена кальций-алюмосиликатным цементом («триоксидент»). В результате были получены 3 группы

зубов, корневые каналы которых содержали:

- только цемент;
- только фрагменты сломанных инструментов;
- цемент и фрагменты сломанных инструментов одновременно.

После обработки зубы были исследованы при помощи КЛКТ (120 кВ, 5 мА, размер вокселя 125 мкм) и микроКЛКТ (92 — 115 кВ, 40 — 60 мкА, размер вокселя 8,5 — 20,77 мкм). По результатам исследований были построены мультипланарные и трехмерные реконструкции, проведен их сравнительный анализ.

### Результаты и их обсуждение

После обработки корневых каналов реставрация частично разрушенных коронковых частей зубов не проводилась, и они не рассматривались при анализе результатов исследования.

Мультипланарные реконструкции микроКЛКТ были более четкими и контрастными даже в тех случаях, когда в ходе сканирования некоторых препаратов возникали динамические артефакты в виде раздвоения и нечеткости контуров зубов.

В 1-ю группу было выделено 17 корней у 13 удаленных зубов, каналы которых были заполнены кальций-алюмосиликатным цементом. Кальций-алюмосиликатный цемент представляет собой водорастворимый порошок (оксид кальция, оксид кремния, оксид алюминия, пластификатор, рентгеноконтрастный наполнитель оксид висмута, гидроокись меди-кальция), который перед лечением смешивается с дистиллированной водой до получения однородной пасты. Полученная паста предназначена для пломбирования корневых каналов, в том числе с целью закрытия перфора-

ций корневого канала, для пломбирования расширенной апикальной части каналов при незавершенном формировании корня, а также в качестве лечебно-изолирующего покрытия пульпы.

Кальций-алюмосиликатный цемент на КЛК-томограммах имел однородную структуру и нечеткие контуры. Полости внутри материала или на границе с дентином обнаруживались только при наличии крупных пустот в результате неплотного пломбирования корневого канала. Кальций-алюмосиликатный цемент на микроКЛК-томограммах представлял из себя неоднородное вещество, структура его была зернистой, с множеством хаотично расположенных то-

чечных включений высокой плотности. Внешние очертания материала в корневом канале были четкими. В толще цемента определялись крупные пустоты, которые образовались в результате неравномерного заполнения корневого канала пломбировочным материалом. В равномерно и непрерывно запломбированных каналах внутри цемента и в области контакта его с дентином определялись микроскопические полости округлой или неправильной формы (рис. 1, а, б).

Во 2-ю группу выделено 20 корней у 10 удаленных зубов, в каналах которых на этапе препарирования были преднамеренно сломаны инструменты для

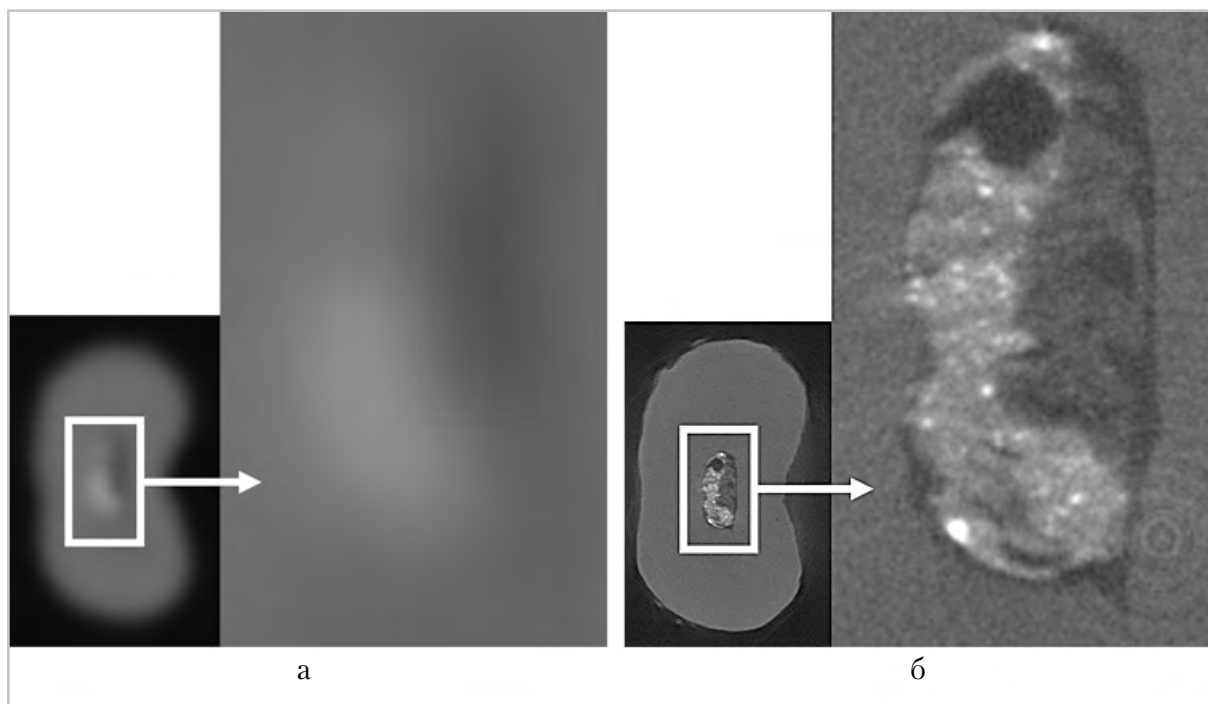


Рис. 1. Фрагменты томограмм корня удаленного зуба в аксиальной плоскости, корневой канал заполнен кальций-алюмосиликатным цементом: *а* — КЛК-томограмма: корневой канал заполнен пломбировочным материалом наполовину, кальций-алюмосиликатный цемент однородный, с размытыми очертаниями; *б* — микроКЛК-томограмма: кальций-алюмосиликатный цемент с неоднородной зернистой структурой, точечными включениями высокой плотности и пустотами различной формы и размеров в глубине пломбировочного материала и на границе его с дентином. Корневой канал частично заполнен фрагментами дентина, которые не были удалены после механической обработки

эндодонтического лечения. Металлические фрагменты на двухмерных изображениях, полученных при КЛКТ, в поперечном сечении всегда имели размытые очертания и округлую форму. Контуры прилежащих к металлу структур были неразличимы на фоне артефактов. На микроКЛКТ-реконструкциях инструменты имели округлую, треугольную, квадратную формы в поперечном сечении. Артефакты от них были выражены, но при этом скрывали от наблюдения

только мелкие низкоплотные структуры вблизи поверхности металла (рис. 2, а, б).

В 3-ю группу введено 9 корней у 7 удаленных зубов, в корневых каналах которых после препарирования были преднамеренно сломаны инструменты для эндодонтического лечения, после чего фрагменты металла не извлекались и корни зубов были дополнительно заполнены пастой (кальций-алюмосиликатным цементом).

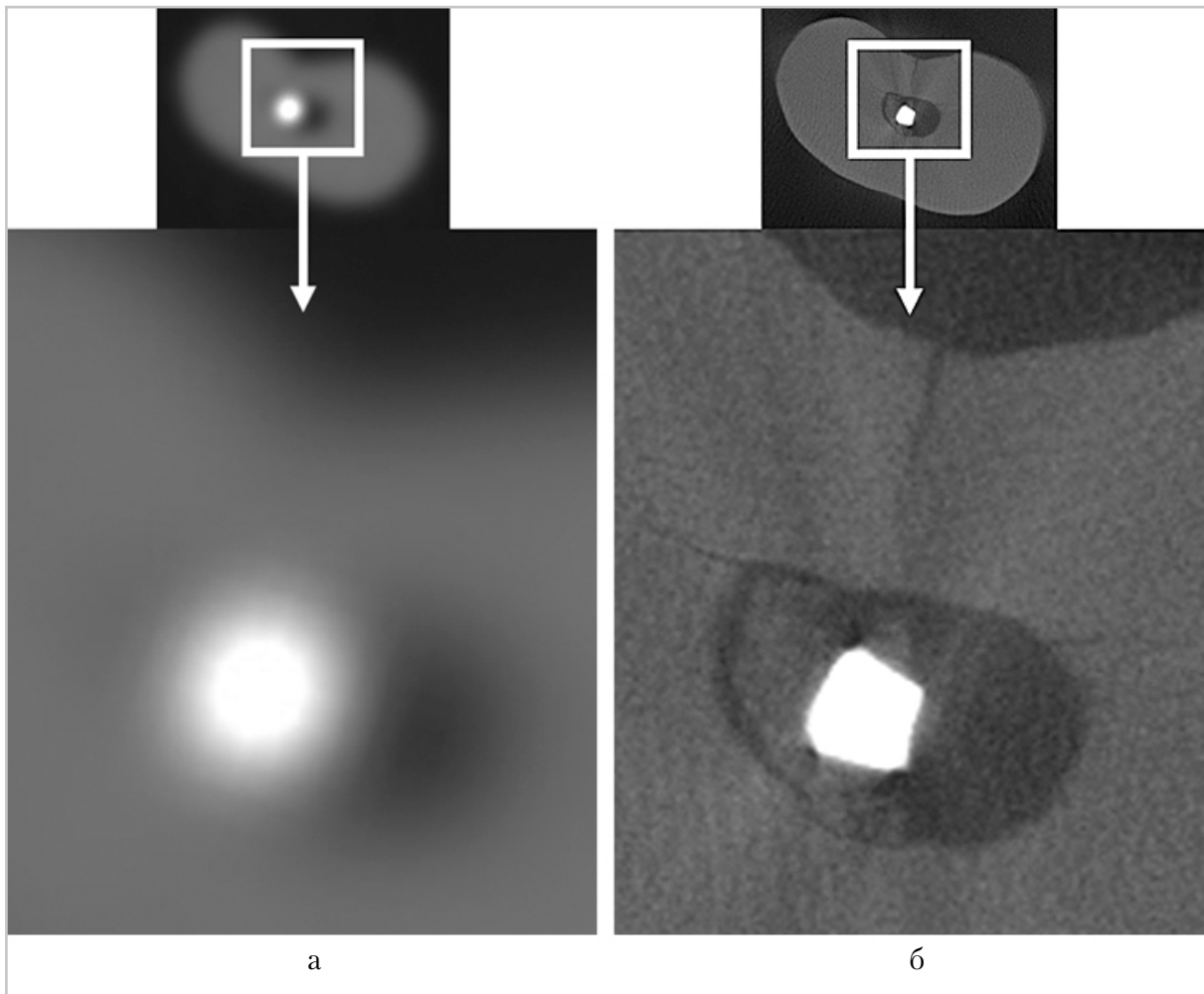


Рис. 2. Фрагменты томограмм корня удаленного зуба в аксиальной плоскости, корневой канал содержит фрагмент металлического инструмента: а — КЛКТ-томограмма: металлический фрагмент округлой формы; б — микроКЛКТ-томограмма: металлический фрагмент четырехугольной формы, на фоне артефактов от металла видны фрагменты дентина в корневом канале и линии перелома корня зуба

На КЛК-томограммах содержимое корневых каналов было однородным, с размытыми очертаниями. Металлические фрагменты становились видны на фоне цемента только после изменения параметров окна, выполненного преднамеренно с целью выявить сломанные инструменты в корневых каналах. На микроКЛК-томограммах фрагменты металла всегда были хорошо видны на фоне пломбировочного материала. Артефакты от металла не мешали наблюдать точечные включения и микроскопические полости в структуре кальций-алюмосиликатного цемента. В то же время цемент не препятствовал опре-

делению формы обломка инструмента и построению его трехмерной реконструкции (рис. 3, а, б).

Построение трехмерных реконструкций сломанных инструментов, а также проведение измерений с ними при КЛКТ было затруднено, так как на изображении невозможно было однозначно определить границу размытых краев металлических фрагментов. Визуально трехмерные модели фрагментов металла по результатам КЛК-томограмм были увеличены в объеме и имели меньше деталей на поверхности по сравнению с объемными реконструкциями микроКЛК-томограмм. Для 29

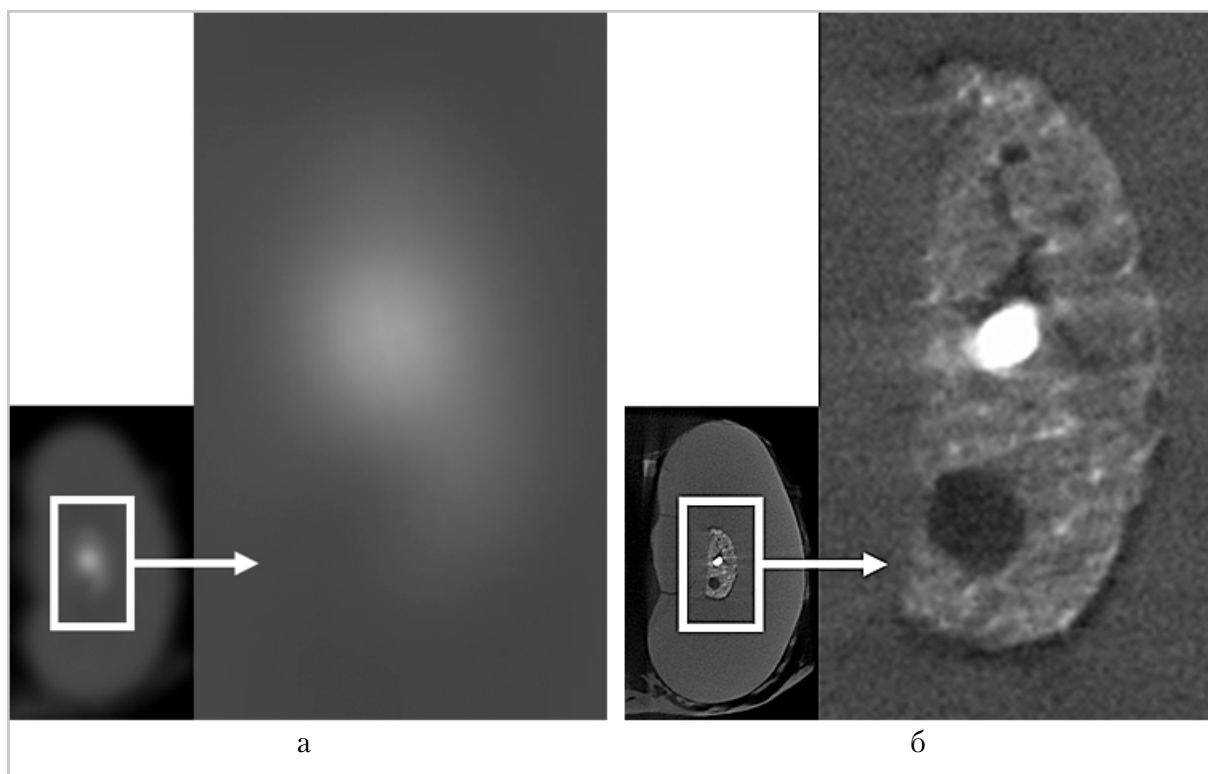


Рис. 3. Фрагменты томограмм корня удаленного зуба в аксиальной плоскости, корневой канал содержит фрагмент металлического инструмента и кальций-алюмосиликатный цемент: *а* — КЛК-томограмма: кальций-алюмосиликатный цемент однородный, очертания содержимого корневой канал размыты, определяется одна крупная полость внутри пломбировочного материала; *б* — микроКЛК-томограмма: хорошо видны очертания металла и пломбировочного материала, точечные включения в структуре цемента, полости внутри него и на границе с дентином

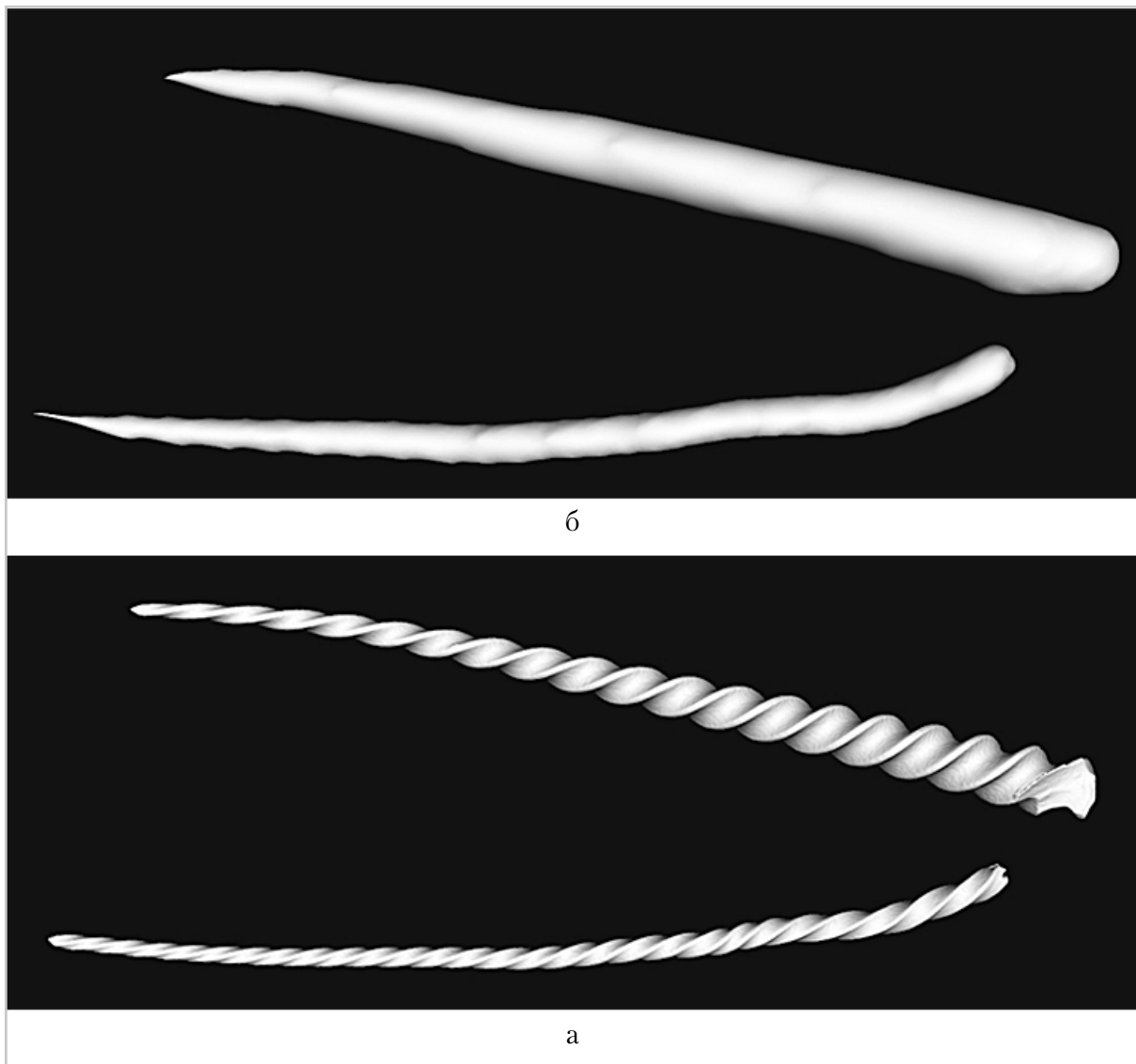


Рис. 4. Трехмерные реконструкции фрагментов металлических инструментов в корневых каналах удаленного зуба: *а* – КЛК-томограмма: поверхность трехмерной модели сглажена, объем фрагментов металла визуально увеличен; *б* – микроКЛК-томограмма: спиральная форма трехмерных моделей фрагментов металла, видны детали на их поверхности

корней зубов, каналы которых содержали сломанные инструменты, были построены объемные модели фрагментов металла и подсчитан их объем в мм<sup>3</sup>. По результатам КЛКТ объем металлического фрагмента всегда был больше, чем по данным микроКЛКТ, причем в 93 % случаев – более чем в 3 раза (рис. 4, *а, б*).

### Заключение

В аппарате микроКЛКТ применяется рентгеновская трубка с фокусным пятном размером меньше 100 мкм. МикроКЛКТ характеризуется высоким пространственным разрешением и четкостью получаемых изображений, позволяет визуализировать микроскопические структуры.

КЛКТ позволила установить присутствие инородных материалов и крупных дефектов пломбирования в корневых каналах, в то время как с помощью микроКЛКТ можно было охарактеризовать структуру пломбировочного материала на микроскопическом уровне. На изображениях, полученных с помощью КЛКТ, фрагменты металла на фоне пломбировочного материала можно было обнаружить в результате целенаправленного поиска, а на микроКЛКТ-томограммах присутствие сломанных инструментов в корневом канале было всегда очевидно.

Артефакты от объектов высокой плотности на микроКЛКТ-томограммах выражены слабее, чем на КЛКТ-томограммах. МикроКЛКТ-томограммы позволили определить форму поперечного сечения фрагментов сломанных инструментов и построить более детальные трехмерные модели металлических объектов.

### Список литературы

1. Васильев А. Ю., Петровская В. В. Информативность микроКЛКТ в оценке эндодонтического лечения зубов (в эксперименте) // Труды IV Всерос. науч.-практ. конф. производителей рентгеновской техники. СПб., 2017. С. 72–73.
2. Доменюк Д. А., Чуков С. З., Анфиногенова О. И. и др. Применение компьютерной микрофотографии в изучении морфоструктурных особенностей твердых тканей зубов при ранних формах кариозных поражений // Кубан. науч. мед. вестник. 2018. Т. 25. № 6. С. 57–67.
3. Левицкая А. Д., Сюткина Е. С., Гилева О. С. и др. Оценка микроструктуры и минеральной плотности очага искусственного кариеса эмали по данным

рентгеновской компьютерной микрофотографии // Рос. журнал биомеханики. 2018. Т. 22. № 4. С. 485–502.

4. Ободовский А. В. Разработка и исследование технических средств микрофокусной рентгеновской томографии: Дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2018. 135 с.
5. Петровская В. В., Васильев А. Ю., Потрахов Н. Н. и др. Возможности компьютерной томографии в определении структуры эндодонтического материала и качества лечения зубов (в эксперименте) // Труды V Всерос. науч.-практ. конф. производителей рентгеновской техники. СПб., 2018. С. 44–47.
6. Castagnola R., Marigo L., Pecci R. et al. Micro-CT evaluation of two different root canal filling techniques // Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci. 2018. V. 22. № 15. P. 4778–4783.
7. Moinzadeh A. T., Zerbst W., Boutsoukis C. et al. Porosity distribution in root canals filled with gutta percha and calcium silicate cement // Dent. Mater. 2015. V. 31. № 9. P. 1100–1108.
8. Velozo C., Albuquerque D. Micro-computed tomography studies of the effectiveness of XP-endo shaper in root canal preparation: A review of the literature // Scientific World J. 2019. V. 2019. Art. no. 3570870.

### References

1. Vasilyev A. Yu., Petrovskaya V. V. Informativity of microCBCT in evaluation of endodontic treatment (an experimental study). Trudy IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii proizvoditelej rentgenovskoj tehniki. Saint Petersburg, 2017. P. 72–73 (in Russian).
2. Domenjuk D. A., Chukov S. Z., Anfiogenova O. I., Rzhepakovskij I. V., Ivanjuta O. O. Application of computer microtomography in the study of



morphostructural peculiarities of hard tissues of teeth in early forms of carious lesions. *Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik*. 2018. V. 25. No. 6. P. 57–67 (in Russian).

3. *Levickaja A. D., Sjutkina E. S., Gileva O. S., Galkin S. V., Efimov A. A., Savickij Ja. V.* The evaluation of microstructure and mineral density of the focus of artificial enamel caries using X-ray computer microtomography. *Ros. zhurnal biomehaniki*. 2018. V. 22. No. 4. P. 485–502 (in Russian).
4. *Obodovskij A. V.* Development and research of technical means of microfocus X-ray tomography. Ph.D. dissertation. Saint Petersburg, 2018. 135 p. (in Russian)
5. *Petrovskaya V. V., Vasil'ev A. Yu., Potrahov N. N., Bessonov V. B., Klestova I. A., Nichipor E. A.* Capabilities of the computed tomography in evaluation of endodontic material structure and dental treatment quality (an experimental study). *Trudy V Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii proizvoditelej rentgenovskoj tehniki*. Saint Petersburg, 2018. P. 44–47 (in Russian).
6. *Castagnola R., Marigo L., Pecci R., Bedini R., Cordaro M., Liborio Coppola E., Lajolo C.* Micro-CT evaluation of two different root canal filling techniques. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2018. V. 22. No. 15. P. 4778–4783.
7. *Moinzadeh A. T., Zerbst W., Boutsioukis C., Shemesh H., Zaslansky P.* Porosity distribution in root canals filled with gutta percha and calcium silicate cement. *Dent. Mater.* 2015. V. 31. No. 9. P. 1100–1108.
8. *Velozo C., Albuquerque D.* Micro-computed tomography studies of the effectiveness of XP-endo shaper in root canal preparation: A review of the literature. *Scientific World Journal*. 2019. V. 2019. No. 3570870.

### Сведения об авторах

**Васильев Александр Юрьевич**, доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: auv62@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-0635-4438

**Vasil'ev Aleksandr Yur'evich**, M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Department of Radiology, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: auv62@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-0635-4438

**Петровская Виктория Васильевна**, доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: VVPetrovskay@yandex.ru  
ORCID.org/0000-0001-8298-9913

**Petrovskaya Victoriya Vasilyevna**, M. D. Med., Associate Professor, Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: VVPetrovskay@yandex.ru  
ORCID.org/0000-0001-8298-9913

**Ничипор Евгения Александровна**, аспирант кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: neapost@mail.com  
ORCID.org/0000-0002-6466-5541

**Nichipor Evgenia Aleksandrovna**, Postgraduate, Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: neapost@mail.com  
ORCID.org/0000-0002-6466-5541

**Аплатова Виктория Георгиевна**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры стоматологии общей практики ЧОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт стоматологии последипломного образования», заведующая стоматологической клиникой ООО «МЕДИ на Покровском».  
Адрес: 191025, г. Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 82.  
Тел.: +7 (812) 324-00-44. Электронная почта: doc299@emedi.ru  
ORCID.org/0000-0001-8017-7700

**Alpatova Victoriya Georgievna**, M. D. Med., Professor, Department of General Dentistry, Saint Petersburg Institute of Dental Postgraduate Education.  
Address: 82, Nevskij prospekt, St. Petersburg, 191025, Russia  
Phone number: +7 (812) 324-00-44. E-mail: doc299@emedi.ru  
ORCID.org/0000-0001-8017-7700

**Потрахов Николай Николаевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электронных приборов и устройств ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)».  
Адрес: 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.  
Тел.: +7 (812) 234-35-59. Электронная почта: nn@eltech-med.ru  
ORCID.org/0000-0001-8806-0603

**Potrakhov Nikolay Nikolaevich**, M. D. of Technical Sci., Professor, Head of Electronic Instruments and Devices of Saint Petersburg State Electrotechnical University (LETU).  
Address: 5, ul. Professora Popova, St. Petersburg, 197022, Russia.  
Phone number: +7 (812) 234-35-59. E-mail: nn@eltech-med.ru  
ORCID.org/0000-0001-8806-0603

**Бессонов Виктор Борисович**, кандидат технических наук, доцент кафедры электронных приборов и устройств Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина).  
Адрес: 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.  
Тел.: +7 (812) 234-35-59. Электронная почта: vbbessonov@yandex.ru  
ORCID.org/0000-0001-9009-1011

**Bessonov Viktor Borisovich**, Ph. D. in Technical Sci., Associate Professor of Electronic Instruments and Devices of Saint Petersburg State Electrotechnical University (LETU).  
Address: 5, ul. Professora Popova, St. Petersburg, 197022, Russia.  
Phone number: +7 (812) 234-35-59. E-mail: vbbessonov@yandex.ru  
ORCID.org/0000-0001-9009-1011

**Староверов Николай Евгеньевич**, ассистент кафедры электронных приборов и устройств Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина).  
Адрес: 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.  
Тел.: +7 (812) 234-35-59. Электронная почта: nik0205st@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-4404-5222

**Staroverov Nikolay Evgenievich**, Assistant of Electronic Instruments and Devices of Saint Petersburg State Electrotechnical University (LETU).  
Address: 5, ul. Professora Popova, St. Petersburg, 197022, Russia.  
Phone number: +7 (812) 234-35-59. E-mail: nik0205st@mail.ru  
ORCID.org/0000-0002-4404-5222

**Кисельникова Лариса Петровна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой детской стоматологии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.  
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел.: +7 (495) 611-50-44. Электронная почта: lpkiselnikova@mail.ru  
ORCID.org/0000-0003-2095-9473

**Kiselnikova Larisa Petrovna**, M. D. Med., Professor, Head of Pediatric Dentistry Department of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (495) 611-50-44. E-mail: lpkiselnikova@mail.ru  
ORCID.org/0000-0003-2095-9473

**Шевченко Максим Александрович**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской стоматологии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.  
Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
Тел.: +7 (495) 611-01-77. Электронная почта: shevchemaksim@yandex.ru  
ORCID.org/0000-0002-2834-2489

**Shevchenko Maksim Aleksandrovich**, Ph. D. Med., Assistant, Pediatric Dentistry Department of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.  
Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.  
Phone number: +7 (495) 611-50-44. E-mail: shevchemaksim@yandex.ru  
ORCID.org/0000-0002-2834-2489

**Белозерова Наталья Николаевна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры кариесологии и эндодонтии ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.  
 Адрес: 127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4.  
 Тел.: +7 (495) 607-55-77, доб.144. Электронная почта: pronatalis@gmail.com  
 ORCID.org/0000-0002-1753-0599

**Belozerova Natalya Nikolaevna**, Ph. D. Med., Assistant Professor, Department of Cariesology and Endodontics, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.  
 Address: 4, ul. Dolgorukovskaya, Moscow, 127006, Russia.  
 Phone number: +7 (495) 607-55-77 +144. E-mail: pronatalis@gmail.com  
 ORCID.org/0000-0002-1753-0599

**Белозеров Михаил Михайлович**, ординатор кафедры травматологии челюстно-лицевой области ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.  
 Адрес: 115191, г. Москва, ул. Лестева, д. 9, цокольный этаж, комн. 27.  
 Тел.: +7 (495) 954-84-39. Электронная почта: mkhbelzz@gmail.com  
 ORCID.org/0000-0003-4492-2173

**Belozerov Michail Mikhailovich**, Resident, Department of Maxillofacial Surgery, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.  
 Address: room 27, ground fl., 9, ul. Lesteva, Moscow, 115191, Russia.  
 Phone number: +7 (495) 954-84-39. E-mail: mkhbelzz@gmail.com  
 ORCID.org/0000-0003-4492-2173

**Финансирование исследования и конфликт интересов.**

*Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.*