

С.Ю. Косюга,

д.м.н., доцент, зав. кафедрой стоматологии  
детского возраста

В.С. Сироткина,

ассистент кафедры стоматологии детского  
возраста

Приволжский исследовательский  
медицинский университет

## Рентгенологическое исследование как один из этапов диагностики и планирования ортодонтического лечения у детей (обзор)

S.Yu. Kosyuga, V.S. Sirotkina

### X-ray research as one of the diagnostic and planning plants of orthodontic treatment

**Реферат.** Использование данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в стоматологии становится необходимым фактором для качественного лечения. Однако обоснованность применения КЛКТ в ортодонтической стоматологии у детей и подростков не была достаточно изучена. В данной статье приводятся данные о диагностических возможностях и преимуществах использования КЛКТ в практической деятельности врача-ортодонта.

**Ключевые слова:** КЛКТ, ортодонтия, диагностика

**Abstract.** The use of cone beam computed tomography (CBCT) data in dentistry is becoming a necessary factor for high-quality treatment. However, the validity of the use of CBCT in orthodontic dentistry in children and adolescents has not been sufficiently studied. This article provides data on the diagnostic capabilities and benefits of using CBCT in the practice of an orthodontist.

**Key words:** CBCT, orthodontics, diagnostics

По сравнению с иными видами облучения, используемого в медицине, частота рентгеновского обследования очень высока. Первый внутриротовой рентгеновский снимок удалось получить еще в 1986 г. Сегодня рентгеновское исследование является необходимым условием в диагностике, составлении плана лечения, наблюдении динамики заболевания, оценке эффективности лечения в стоматологии [1]. В настоящее время в стоматологической диагностике наиболее часто применяются 3 метода рентгенографии: внутриротовая рентгенография, ортопантомография и телерентгенография.

Панорамная рентгенография используется с 1960 г. Полученное изображение позволяет увидеть верхнюю и нижнюю зубную дугу, синусы, головки височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС).

Телерентгенография используется чаще в ортодонтии и позволяет получить изображение лицевого скелета в прямой и боковой проекциях. Результатом перечисленных методик является плоскостное изображение того или иного участка челюстно-лицевой области. Однако данные традиционной рентгенографии не позволяют представить точную объемную картину лица пациента, получить виртуальную модель структур челюстно-лицевой области.

Новые возможности появились при использовании спиральной компьютерной томографии, а с 1990-х свое развитие начала конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). Данный метод получения изображений подразумевает использование конического рентгеновского луча, направленного на двухмерный детектор, который совершает один оборот вокруг объекта

съемки, создавая серию двухмерных изображений. Компьютерная томография с применением конусного луча или объемная томография с применением конусного луча является более прогрессивной технологией, чем получение изображения с использованием веерного луча, как при традиционной компьютерной томографии (КТ). Объемное изображение реконструируется из этих двухмерных изображений при помощи модификации исходного алгоритма, созданного группой Feldkamp и соавт. в 1984 г. В 2001 г. появился первый коммерчески доступный в Европе аппарат КЛКТ (Quantitative radiology, Верона, Италия). В настоящее время существует множество синонимов термина КЛКТ: ограниченная КЛКТ, локальная КЛКТ, объемная цифровая томография, объемная КТ и объемная томография.

С помощью дентального компьютерного томографа можно получить высококачественное трехмерное цифровое изображение в трех плоскостях: аксиальной, коронарной и сагиттальной. Лучевая нагрузка на пациента при выполнении дентальной КТ в 6–10 раз меньше, чем при КТ. Лучевая нагрузка при стандартном исследовании на КЛКТ по сравнению с традиционной КТ снижена в десятки раз. Например, при исследовании челюстно-лицевой области (ЧЛО) на компьютерном томографе в пошаговом режиме сканирования пациент получает 1000–1500 мкЗв, а при сканировании с помощью КЛКТ лучевая нагрузка составляет всего 45–60 мкЗв, что по нижней границе примерно соответствует эффективной дозе, получаемой пациентом при выполнении пленочной ортопантограммы. Однако данные, полученные в результате исследования КЛКТ, значительно

более информативны, чем при анализе ортопантограммы.

Необходимо отметить, что исследование не доставляет неудобств для пациента, так как не требует специальной подготовки. Важным моментом для детей при КТ является допустимость незначительных погрешностей укладки, поскольку современные аппараты оснащены механизмом наклона рентгеновской трубки, что дает возможность проводить исследование по стандартным линиям, проходящим через принятые костные ориентиры, даже если укладка была нарушена. Это, в свою очередь (с учетом специфики детского возраста), позволяет избежать повторения снимков, неудачно выполненных при общепринятых методиках.

Однако М.В. Ломакин и соавт. (2010) обращают внимание на погрешности рентгеновской компьютерной томографии и компьютерных методов обследования, а также на пути их устранения [2]. Авторы напоминают, что при всей своей прогрессивности и высокой информативности методы обследования, имеющие в своей основе компьютерные технологии, также не могут быть лишены погрешностей, недостатков, что при использовании в медицине неизбежно будет оставлять шанс на объективно обусловленную ошибку.

Выделяют следующие проблемы диагностики по компьютерным методам обследования:

- субъективность оценки компьютерных данных человеком, т.е. возможно связанная с особенностями конкретного исследователя ошибка восприятия данных и их интерпретация;
- недостаточная профессиональная подготовленность и грамотность исследователя в конкретном методе обследования;
- некорректная работа компьютера и программного обеспечения, приводящая к искажению или утрате полученных приборами объективных данных;
- некорректная работа периферийных компьютерных устройств, предназначенных для передачи или сохранения данных вне компьютера (принтеры, оборудование связи, запоминающие устройства и носители информации, доступ к сети);
- погрешности в работе цифровых датчиков, наличие артефактов, получение необъективной информации; произвольная или непроизвольная подвижность исследуемого участка тела человека или всего тела, недостаточная иммобилизация исследуемого участка тела при лучевом исследовании;
- неправильная укладка пациента;
- отсутствие правильной калибровки параметров работы компьютера и датчиков, работа в разных системах и единицах измерений параметров;
- невыполнение правильного протокола лучевого исследования;
- сбои в работе процессора из-за несовместимости программного обеспечения, вирусов, перебоев в электропитании;
- неправильное моделирование трехмерных моделей челюстей инженером из-за незнания анатомии

скелета и медицины в целом, что ведет к неправильным выборам параметров моделирования, неправильному моделированию участков скелета и вытекающим из этого погрешностям в изготовлении моделей костей и шаблонов методами быстрого прототипирования [2].

Информация, полученная при использовании КЛКТ может корректировать или менять план лечения. Несмотря на очевидные достоинства применения КЛКТ, у данного метода имеются и недостатки, один из таких недостатков — шум, а также нежелательные колебания уровня сигнала, низкое контрастирование мягких тканей, специфические артефакты, связанные с технологией получения изображения [3]. Кроме того, необходимо помнить, что дети более подвержены ионизирующей радиации и, следовательно, имеют более высокие риски [4, 5]. В 2012 г. опубликовано исследование по поводу воротника, защищающего щитовидную железу при КЛКТ, позволяющего снизить дозу для щитовидной железы на 40–50% [6].

Возможности КТ привлекают специалистов в области ортодонтии [7–13]. Однако вопрос эффективности использования КЛКТ в ортодонтии остается открытым. В некоторых случаях КЛКТ дает важную информацию, которая не может быть получена с применением стандартных методик рентгенологического обследования, особенно в случаях ретенции зубов, расщелин губы и неба, резорбции корней, планирования ортогнатической хирургии [14]. Данные многих исследований свидетельствуют о том, что величина эффективной дозы при проведении КЛКТ в стоматологии больше, чем при других исследованиях, но меньше, чем при проведении обычной КТ [15–18]. Однако врач должен четко определять область, подлежащую исследованию, так как увеличение зоны сканирования приводит к увеличению дозы рентгеновского излучения [19].

Применение КЛКТ в ортодонтии позволяет выявить анатомические особенности ЧЛО у пациента с зубочелюстными аномалиями, размеры и взаиморасположение анатомических образований. Врачи расходятся во мнениях о необходимости применения КЛКТ в каждом клиническом случае. КЛКТ нельзя проводить, пока полностью не собраны жалобы и анамнез заболевания и не проведено клиническое обследование. Также неприемлемо использование КЛКТ для скрининг-обследования [1]. Сравнительный анализ качества клинических данных, полученных от применения конусно-лучевых компьютерных томографов (Kavo 3D eXam) и панорамной рентгенографии, показал, что КЛКТ дает более подробную информацию в случаях с врожденной расщелиной альвеолярного отростка, твердого и мягкого неба, ретенции зубов, наличии зачатков сверхкомплектных зубов.

Данные дентальной КТ, сопоставленные с результатами обследования пациента у врача-ортодонта, дают возможность на клиническом этапе определить точное положение зубов, положение головки ВНЧС, определить степень наклона и положение корней в костной

ткани, достоверно определить толщину костной ткани. Включение данного вида исследования в алгоритм диагностического обследования перед ортодонтическим лечением позволяет достоверно составить или скорректировать план лечения, оптимизировать лечебные мероприятия, избежать большого количества осложнений и сократить сроки лечения.

Применительно к ортодонтии А.Б. Слабковская и соавт. (2010) обобщают возможности и ограничения дентальной объемной томографии [12]. Современные технологии предлагают врачам-ортодонтам применять в работе результаты дентальной объемной томографии, которая наиболее часто используется в ортодонтии при диагностике и планировании лечения ретенции зубов. При этом для клиницистов важно получить ответы на несколько вопросов. Прежде всего это локализация ретинированного зуба и взаиморасположение его с другими элементами зубочелюстной системы. Очень важно при анализе данных и планировании лечения с помощью КТ наметить траекторию будущего перемещения зачатка зуба и пути преодоления препятствий. Определение этиологического фактора ретенции часто возможно только при помощи дополнительных методов диагностики. Нередко наблюдается атипичное положение зачатка зуба (например, ретенция третьих моляров, верхних клыков, вторых премоляров), препятствие для прорезывания (одонтома, сверхкомплектные зубы), последствия травмы молочных зубов. Дентальная объемная томография может определить форму и степень развития коронки и корня зачатка зуба, что влияет на план лечения, который в большинстве случаев требует комбинированного подхода: хирургического и ортодонтического. Таким образом, дентальная объемная томография позволяет получить максимальное количество информации, необходимое врачу-ортодону и врачу-хирургу для диагностики и планирования лечения у детей.

Ортодонтическое перемещение зубов основано на свойствах пародонта, обеспечивающих физиологическую подвижность зуба. Патологические процессы могут провоцировать развитие локального исчезновения периодонтальной щели и отсутствие подвижности зуба (анкилоз). Причинами анкилоза зуба являются атипичная закладка зачатков зубов, медикаментозное лечение корневых каналов, воспалительные процессы

в пародонте. Традиционные лучевые методы, к сожалению, не всегда могут диагностировать подобные процессы. Неполная диагностическая информация может привести к отсутствию результатов ортодонтических перемещений и ответной деформации опорных зон зубных рядов. Дентальная объемная томография позволяет проследить размеры периодонтальной щели на всей ее протяженности и сделать вывод о возможности перемещения зуба.

По мнению авторов, формирование зубочелюстных аномалий тесно взаимосвязано со здоровьем ВНЧС, и врач-ортодонт при диагностике должен учитывать его состояние и прогнозировать влияние на него ортодонтического лечения [12]. Дентальная объемная томография позволяет значительно расширить возможности диагностики заболеваний ВНЧС. Различные срезы в аксиальных, поперечных, косых плоскостях, выполненные с различной толщиной, позволяют визуализировать преимущественно костные анатомические структуры суставов, а проведение исследования с открытым и закрытым ртом — оценки их функционального состояния. Исследователи рекомендуют применение дентальной объемной томографии в широкой ортодонтической практике в связи с удобством проведения процедуры, относительно низкой лучевой нагрузкой на пациента и наличием специализированного программного обеспечения для планирования разных видов лечения, а также для оценки эффективности проводимых лечебных мероприятий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, КЛКТ по сравнению с традиционной рентгенографией имеет ряд существенных преимуществ, а именно информативность, удобство использования, низкая лучевая нагрузка. Ценностью КЛКТ является возможность получения трехмерной реконструкции реальных размеров. Более точная диагностика, скорректированный план лечения — основное достоинство КЛКТ. Однако необходимо соблюдать ряд условий для получения наиболее качественной информации. Как и любая другая рентгенологическая техника, КЛКТ не должна применяться без обоснованных показаний. Кроме того, при повреждениях мягких тканей ЧЛЮ КЛКТ не может быть единственным методом диагностики.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. **SEDENTEXCT Project Consortium.** Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology. Evidence based guidelines. — *Radiation Protection*. — 2012; 172.

[http://www.sedentext.eu/files/radiation\\_protection\\_172.pdf](http://www.sedentext.eu/files/radiation_protection_172.pdf)

2. **Ломакин М.В., Васильев А.Ю., Гончаров И.Ю., Серова Н.С.** Погрешности рентгеновской компьютерной томографии и компьютерных методов обследования, пути их устранения. — В сб. тр. VII Всерос. научно-практ. конф. «Образование, наука и практика в стоматологии». — М., 2010: 71—72

[Lomakin M.V., Vasiliev A.Yu., Goncharov I.Yu., Serova N.S. Errors

of X-ray computed tomography and computer methods of examination, ways to eliminate them. — In Proceedings of the VII All-Russian scientific and practical conference "Education, science and practice in dentistry". — Moscow, 2010: 71—72 (In Russ.).]

3. **Katsumata A., Hirukawa A., Noujeim M., Okumura S., Naitoh M., Fujishita M., Ariji E., Langlais R.P.** Image artifact in dental cone-beam CT. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* — 2006; 101 (5): 652—7.

4. **Roberts J.A., Drage N.A., Davies J., Thomas D.W.** Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. — *Br J Radiol.* — 2009; 82 (973): 35—40.

- 5. Theodorakou C., Walker A., Horner K., Pauwels R., Bogaerts R., Jacobs R., SEDENTEXCT Project Consortium.** Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. — *Br J Radiol.* — 2012; 85 (1010): 153—60.
- 6. Qu X.M., Li G., Sanderink G.C., Zhang Z.Y., Ma X.C.** Dose reduction of cone beam CT scanning for the entire oral and maxillofacial regions with thyroid collars. — *Dentomaxillofac Radiol.* — 2012; 41 (5): 373—8.
- 7. Золоева М.Т.** Сопоставление морфометрии зубов по компьютерным томограммам и нативным препаратам. — *Международный студенческий научный вестник.* — 2019; 5—2: 83 [Zoloeva M.T. Comparison of tooth morphology by computed tomograms and native preparations. — *International Student Scientific Bulletin.* — 2019; 5—2: 83 (In Russ.)].
- 8. Степанов Д.А., Галкин А.Н., Шпак Е.И., Корецкая Е.А.** Современные методы обследования и диагностики повышенной стираемости зубов. — *Вестник Пензенского государственного университета.* — 2018; 3 (23): 37—40 [Stepanov D.A., Galkin A.N., Shpak E.I., Koretskaya E.A. Modern methods of examination and diagnosis of increased tooth abrasion. — *Bulletin of Penza State University.* — 2018; 3 (23): 37—40 (In Russ.)].
- 9. Zinser M., Mischkowski R., Durond M., Zöller J.** Computer assisted orthognatic surgery based on 3D cephalometry. An alternative approach. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2006; 34 (suppl. 1): 13. DOI: 10.1016/S1010-5182(06)60075-9
- 10. Zöller J.E., Neugebauer J.** Cone-beam volumetric imaging in dental, oral and maxillofacial medicine. — *Quintessence*, 2008: 22—23.
- 11. Персин Л.С., Ломакин В.М., Польша Л.В.** Возможности дентальной объемной компьютерной томографии при диагностике состояния ВНЧС у пациентов с дистальной окклюзией зубных рядов. — В сб. матер. VII Всерос. научно-практ. конф. «Образование, наука и практика в стоматологии». — М., 2010: 90 [Persin L.S., Lomakin V.M., Polma L.V. The possibilities of dental volumetric computed tomography in the diagnosis of the TMJ in patients with distal occlusion of the dentition. — In proceedings of the VII All-Russian scientific and practical conference "Education, science and practice in dentistry". — Moscow, 2010: 90 (In Russ.)].
- 12. Слабковская А.Б., Васильев А.Ю., Персин Л.С., Серова Н.С.** Дентальная объемная томография в ортодонтии. Возможности и ограничения. — В сб. матер. VII Всерос. научно-практ. конф. «Образование, наука и практика в стоматологии». — М., 2010: 105—107 [Slabkovskaya A.B., Vasiliev A.Yu., Persin L.S., Serova N.S. Dental volumetric tomography in orthodontics. Possibilities and limitations. — In proceedings of the VII All-Russian scientific and practical conference "Education, science and practice in dentistry". — Moscow, 2010: 105—107 (In Russ.)].
- 13. Чибисова М.А.** Дентальная объемная томография в дифференциальной диагностике заболеваний детского возраста и аномалий развития зубочелюстной системы. — *Медицинский алфавит. Стоматология.* — 2011; 1: 10—6 [Chibisova M.A. Dental volumetric tomography in the differential diagnosis of childhood diseases and anomalies of the development of the dentofacial system. — *Medical alphabet. Dentistry.* — 2011; 1: 10—6 (In Russ.)].
- 14. Gracco A., Lombardo L., Mancuso G., Gravina V., Siciliani G.** Upper incisor position and bony support in untreated patients as seen on CBCT. — *Angle Orthod.* — 2009; 79 (4): 692—702.
- 15. Ludlow J.B., Ivanovic M.** Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* — 2008; 106 (1): 106—14.
- 16. Loubele M., Bogaerts R., Van Dijck E., Pauwels R., Vanheusden S., Suetens P., Marchal G., Sanderink G., Jacobs R.** Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. — *Eur J Radiol.* — 2009; 71 (3): 461—8.
- 17. Ludlow J.B., Davies-Ludlow L.E., Brooks S.L., Howerton W.B.** Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. — *Dentomaxillofac Radiol.* — 2006; 35 (4): 219—26.
- 18. Schulze D., Heiland M., Thurmann H., Adam G.** Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. — *Dentomaxillofac Radiol.* — 2004; 33 (2): 83—6.
- 19. Scarfe W.C., Farman A.G., Sukovic P.** Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. — *J Can Dent Assoc.* — 2006; 72 (1): 75—80.