



Клинические наблюдения

Диагностические возможности конусно-лучевой компьютерной томографии при повреждениях шейного отдела позвоночника у детей: описание двух наблюдений

Еренков И.О.¹ • Воронин В.А.¹

Еренков Илья Олегович – канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед Поликлиники № 2 (детской)¹;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4911-6624>
✉ 119192, г. Москва, Мичуринский проспект, 19–5, Российская Федерация.
E-mail: erenkov_i@mail.ru

Воронин Вадим Андреевич – врач-рентгенолог Поликлиники № 2 (детской)¹;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0570-9524>.
E-mail: vorovada@medgaz.gazprom.ru

Метод конусно-лучевой компьютерной томографии по сравнению с мультиспиральной компьютерной томографией имеет преимущества в виде получения снимков более высокого разрешения, в том числе с формированием трехмерного изображения, и в несколько раз меньшей лучевой нагрузки. Длительность сканирования менее 1 минуты и возможность расположения пациента в положении сидя позволили использовать метод в различных областях стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, а также в травматологии для оценки характера повреждений костей конечностей.

В статье представлен опыт использования конусно-лучевой компьютерной томографии в качестве единственного метода лучевой диагностики у детей с повреждениями шейного отдела позвоночника. В первом наблюдении приводится пример применения данной методики при первичной диагностике и последующем динамическом контроле восстановления взаимоотношений между первым и вторым шейным позвонком у ребенка 9 лет с ротационным подвывихом атланта. Для уточнения характера повреждений было выполнено сопоставление аксиальных срезов первого и второго шейных позвонков. Во втором наблюдении исследована возможность оценки восстановления костной структуры и взаимоотношений верхних шейных позвонков при изучении сканов, полученных при проведении конусно-лучевой компьютерной томографии у 9-летней пациентки с синдромом Дауна, которой ранее было выполнено

оперативное вмешательство по поводу травмы шейного отдела позвоночника.

Анализ изображений конусно-лучевой компьютерной томографии из первого клинического наблюдения свидетельствует о перспективах применения метода при диагностике ротационного подвывиха атланта у детей школьного возраста. Изучение сканов, полученных по результатам обследования из второго клинического наблюдения, выявило недостатки метода конусно-лучевой компьютерной томографии, а именно: 1) отсутствует возможность контролировать неподвижное положение пациента; 2) ограничение программного обеспечения для подавления артефактов от металлоконструкции приводит к выраженной степени размытости и неконтрастности изображений, что значительно затрудняет выявление патологии.

Ключевые слова: конусно-лучевая компьютерная томография, дети, шейный отдел позвоночника, повреждение позвоночника, клиническое наблюдение

Для цитирования: Еренков ИО, Воронин ВА. Диагностические возможности конусно-лучевой компьютерной томографии при повреждениях шейного отдела позвоночника у детей: описание двух наблюдений. Альманах клинической медицины. 2023;51(3):200–205. doi: 10.18786/2072-0505-2023-51-017.

Поступила 04.03.2023; доработана 15.03.2023; принята к публикации 04.07.2023; опубликована онлайн 13.07.2023

¹МЧУ «Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром»; 117420, г. Москва, ул. Наметкина, 16–4, Российская Федерация

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) применяется в различных областях стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, а также в травматологии для оценки характера повреждений костей конечностей [1–3]. Благодаря такой характеристике, как отображение различных проекций изучаемого отдела, снимки, получаемые с помощью КЛКТ, обладают большей информативностью, чем таковые при

рентгенологическом исследовании. По сравнению с мультиспиральной компьютерной томографией данная технология дает 20-кратно более низкую суммарную лучевую нагрузку и предоставляет возможность провести обследование только обозначенной области за счет эффекта коллимации рентгеновского луча [4, 5]. Специфичность изображений позволяет применять КЛКТ при оценке показателей костной зрелости шейных позвонков [6, 7]. Перспективным,



на наш взгляд, представляется выявление различных повреждений и нарушений взаимоотношений верхних шейных позвонков с помощью данного метода. Ниже дано описание примеров использования КЛКТ как метода лучевой диагностики при оценке характера повреждений шейного отдела позвоночника у 2 детей. Исследования проводились на аппарате Gendex CB-500 (США), характеристики которого позволяют проводить обследование детям начиная с 6-летнего возраста, в положении сидя, продолжительностью от 15 до 35 секунд, с суммарной лучевой нагрузкой от 0,056 до 0,089 мЗв в зависимости от изучаемой области.

Клиническое наблюдение 1

Пациент В. 9 лет обратился с жалобами на боли и вынужденное положение головы в виде наклона вправо. Из анамнеза, со слов матери, данное состояние возникло на фоне проведенной эндоскопической аденотомии и тимпаноскопии справа около 3 недель назад. На 2-е сутки после проведенного вмешательства, со слов матери, у ребенка появилось вынужденное положение головы в виде наклона вправо и постоянные боли постепенного нарастающего характера по боковой поверхности шеи справа. По данному поводу спустя 7 дней мальчик был консультирован у оперирующего хирурга, который расценил данную ситуацию как допустимые изменения послеоперационного характера. В связи с отсутствием очевидных улучшений мать ребенка приняла решение о необходимости обращения к врачу травматологу-ортопеду. При первичном осмотре ребенка отмечался вынужденный наклон головы вправо до угла в 54°, боли при пальпации по боковой поверхности шеи справа (6–7 баллов по Визуально-аналоговой шкале). Пассивные движения в шейном отделе позвоночника были представлены безболезненным наклоном вперед в пределах 10°, наклоном назад в пределах 3°, наклонами вправо и влево в пределах 5°. Активные движения в шейном отделе

позвоночника были представлены в виде безболезненного наклона вперед в пределах 15°, назад в пределах 5–7°, наклонов вправо и влево в пределах 7–10 градусов. Превышение представленных объемов пассивных и активных движений вызывало усиление болей, ротационные движения осуществить не удалось. По остальным отделам костно-мышечной системы отклонения не выявлены. С учетом клинической картины было принято решение выполнить КЛКТ, по результатам которой зафиксировано следующее: ротация атланта вправо вокруг вертикальной оси без передней дислокации. Рентгеновская щель срединного атлантаксиального сустава не расширена, равна 2,5 мм, что соответствует возрастной норме. Суставные рентгеновские щели латеральных атлантаксиальных суставов асимметричны: справа 3,1 мм, слева 1,5 мм. Расстояние между медиальными краями боковых масс атланта и зубом аксиса: справа – 2,4 мм, слева – 8,9 мм (рис. 1). Определяется боковое смещение атланта влево: нижняя суставная поверхность левой боковой массы атланта смещена на 4,5 мм влево относительно суставной поверхности аксиса.

Для уточнения характера выявленных изменений в ручном режиме с помощью программы Adobe Photoshop® выполнено наложение аксиальных срезов 1-го и 2-го шейных позвонков, полученных по отдельности, с созданием единого изображения с возможностью комплексной оценки взаимоотношений изучаемых сегментов (рис. 2). При анализе смоделированного изображения обнаружено, что ротация атланта составляет 35° вправо (рис. 3). Суставные поверхности латерального атлантаксиального сустава справа совпадают, а слева – суставная поверхность атланта смещена кпереди, что соответствует ротационному подвывиху типа II по классификации J.W. Fielding и R.J. Hawkins [8].

Было принято решение провести лечение в амбулаторных условиях, осуществив устранивание подвывиха с помощью бандажа для жесткой фиксации шейного отдела позвоночника, в виде постоянного ношения сроком

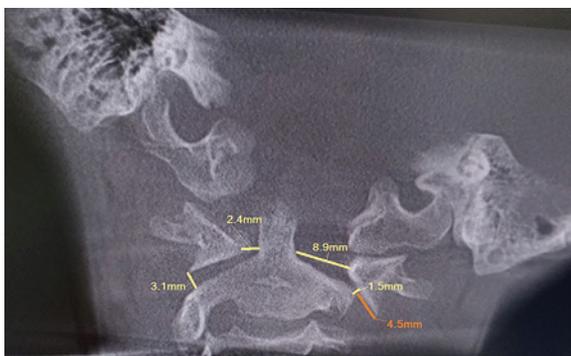


Рис. 1. Конусно-лучевая компьютерная томография краниовертебральной области, фронтальный срез на уровне зубовидного отростка С2 позвонка. Методика измерения соотношений в латеральных атланта-аксиальных суставах

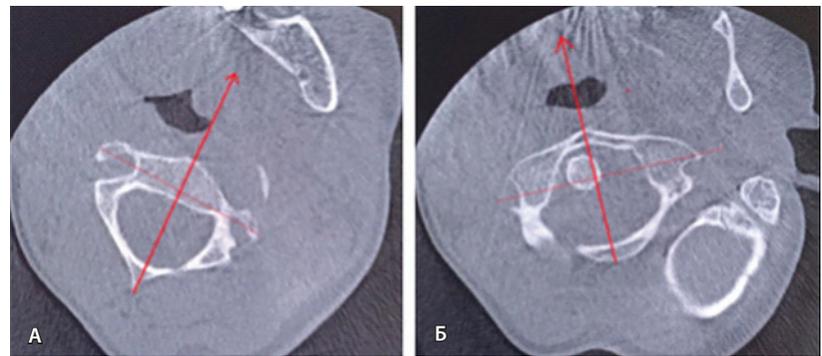


Рис. 2. Конусно-лучевая компьютерная томография краниовертебральной области. Аксиальные срезы на уровне аксиса (А) и на уровне атланта (Б). Стрелками обозначены передне-задние оси позвонков



Рис. 3. Наложение изображений А и Б, представленных на рис. 2. Определение угла ротации атланта

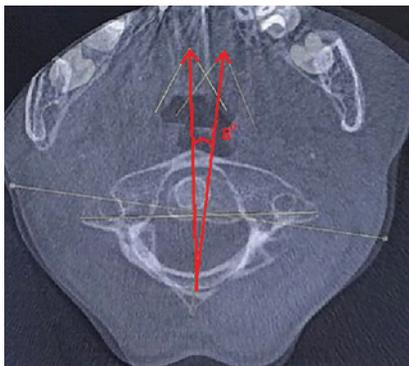


Рис. 4. Наложение изображений атланта и аксиса в аксиальной плоскости на контрольном исследовании после лечения

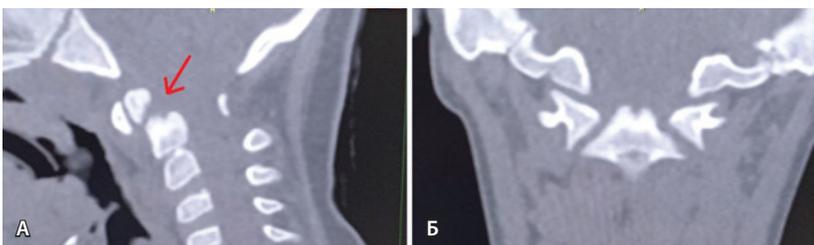


Рис. 5. Компьютерная томография шейного отдела позвоночника, сагиттальный срез (А), фронтальный срез на уровне зубовидного отростка С2 позвонка (Б). Стрелкой обозначено место перелома зубовидного отростка С2 позвонка

на 7 дней. Кроме этого, был проведен курс лечебной гимнастики под контролем врача по лечебной физической культуре. По данным контрольного исследования КЛКТ, выполненной через 7 дней, отмечалась положительная динамика в виде уменьшения угла ротации атланта до 8° и восстановления конгруэнтности суставных поверхностей латерального атлантоаксиального сустава слева (рис. 4).

При профилактическом осмотре через 8 месяцев ортопедической патологии у пациента не выявлено.

Клиническое наблюдение 2

Пациентка Е. 9 лет обратилась на прием с жалобами на ограничение поворотов головы. Со слов матери, в мае 2018 г. ребенку проводилось оперативное лечение по поводу травмы шейного отдела позвоночника. Медицинские заключения не были предоставлены. При осмотре ребенок с синдромом Дауна. Голова по средней линии, пальпация области шейного отдела позвоночника безболезненна, объем пассивных и активных наклонов головы соответствовал нормативным значениям. При этом амплитуда пассивных и активных ротационных движений в шейном отделе позвоночника составила 15°

и 20° в каждую сторону соответственно. При последующем ортопедическом осмотре было выявлено нарушение осанки по типу «сутулая спина» по Штаффелю. По данным анализа представленного диска с результатами ранее проведенной мультиспиральной компьютерной томографии шейного отдела позвоночника (дата исследования – май 2018 г.) был выявлен перелом зубовидного отростка С2 позвонка типа 1 по классификации L.D. Anderson и R.T. D'Alonzo, со смещением верхушки зубовидного отростка кпереди [9]. Плоскость перелома зубовидного отростка аксиса косая, края отломков неровные, нечеткие, диастаз между отломками неравномерный (рис. 5).

Для оценки ситуации в динамике была проведена КЛКТ, на которой на фоне динамической нерезкости (ребенок был неусидчив) и артефактов от металлоконструкции было отмечено следующее: суставные рентгеновские щели в латеральных атлантоаксиальных суставах: справа – не прослеживается, слева – неравномерно сужена до 0,4 мм в наиболее узком месте (рис. 6). Рентгеновская щель срединного атлантоаксиального сустава в сагиттальной плоскости не прослеживается (рис. 7А), в парасагиттальной плоскости – прослеживается, неравномерная (рис. 7Б). Зубовидный отросток С2 позвонка визуализируется в виде 2 фрагментов, дистальный из которых вместе с передней дужкой С1 позвонка представлен в виде не полностью слитного костного образования. Проксимальный фрагмент, лоцирующийся в проекции верхушки зубовидного отростка С2 позвонка, представлен в виде свободно лежащего отломка с неравномерно склерозированным контуром в проекции диастаза (см. рис. 7). Данная рентгенологическая картина соответствует состоянию после оперативного лечения по поводу травмы шейного отдела позвоночника со стабилизацией металлоостеосинтезом С1–С2 позвонков. Неправильно сросшийся перелом зубовидного отростка С2 позвонка. Частичный анкилоз срединного атлантоаксиального сустава и полный анкилоз правого латерального атлантоаксиального сустава.



Рис. 6. Конусно-лучевая компьютерная томография краниовертебральной области, фронтальный срез на уровне зубовидного отростка С2 позвонка

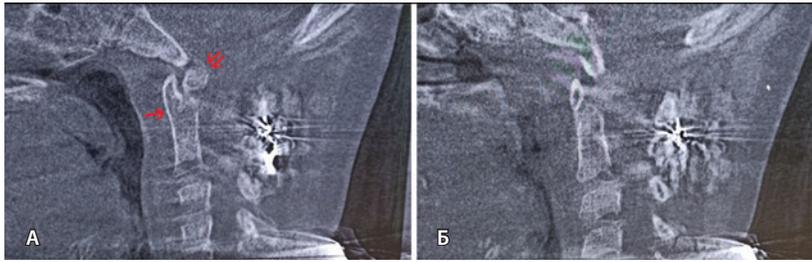


Рис. 7. Конусно-лучевая компьютерная томография краниовертебральной области, сагиттальный срез (А), парасагиттальный срез (Б). Стрелкой отмечено место анкилоза срединного атлантоаксиального сустава. Двойной стрелкой обозначен свободно лежащий апикальный костный фрагмент зубовидного отростка аксиса

Была рекомендована консультация врача-нейрохирурга для решения вопроса о необходимости проведения оперативного лечения и его объеме. В последующем пациентка к врачу-травматологу повторно не обращалась. По телефону (звонок был сделан через 1,5 месяца после первичного осмотра) мать ребенка сообщила, что визит к врачу-нейрохирургу еще не планировали.

Обсуждение

Ротационный подвывих атланта относится к редким повреждениям у детей. Описание случаев развития данного состояния как осложнения при хирургических вмешательствах по поводу различных оториноларингологических заболеваний, по данным научной литературы, носит единичный характер [10, 11]. Мультиспиральная компьютерная томография считается более объективной, чем традиционное рентгенографическое исследование, для подтверждения диагноза ротационного подвывиха атланта методами лучевой диагностики. Метод КЛКТ, который обладает высокой информативностью при оценке костных структур, с возможностью формирования трехмерного изображения, проведения обследования в положении сидя, в условиях меньшей лучевой нагрузки, был применен нами в обоих клинических наблюдениях в альтернативном формате. Несмотря на имеющиеся преимущества, данная методика обладает рядом противопоказаний, среди которых выраженный болевой синдром, гиперкинезы, состояния, не позволяющие длительно находиться в одной позе неподвижно, клаустрофобия, детский возраст до 5 лет [12]. Указанные причины ограничивают возможность применения КЛКТ при urgentных состояниях. Сведения об использовании данного метода при атлантоаксиальных нарушениях у детей нам встретились лишь в одной работе. Было описано клиническое наблюдение интраоперационного применения данной методики после выполнения

трансoralной закрытой репозиции у 15-летней девочки, у которой ротационный подвывих атланта был выявлен спустя 4 недели после проведенной хирургической коррекции деформации нижней челюсти [13]. По данным литературы, при ротационном подвывихе атланта предлагаются различные методики как консервативного лечения, так и оперативных вмешательств, так или иначе основанные на тактических подходах, указанных J.W. Fielding и соавт. [14]. Предпринятая нами тактика лечения соответствовала разработанной концепции для выявленного типа нарушения.

Полученные нами сканы КЛКТ пациентки из второго клинического наблюдения продемонстрировали еще ряд недостатков этого метода – невозможность контроля неподвижного положения (обусловлено сопутствующими проявлениями у ребенка с синдромом Дауна) в сочетании с формированием искажения из-за артефактов от металлических элементов приводит к размытости, ограничению контрастности изображений, что затрудняет оценку патологии. При выполнении мультиспиральной компьютерной томографии имеется возможность применять программное обеспечение для подавления артефактов от металлоконструкции, что улучшает получаемые изображения и повышает достоверность лучевой диагностики. В литературе представлены сведения об использовании КЛКТ у детей с синдромом Дауна только как метода диагностики при планировании ортодонтических манипуляций и определении объема и характера оперативных вмешательств в челюстно-лицевой области [15, 16]. В этой связи, вероятно, во втором клиническом наблюдении с учетом анамнеза пациентки следовало изначально проводить мультиспиральную компьютерную томографию.

Заключение

Среди вариантов применения КЛКТ отсутствует возможность использования данной методики при первичной оценке и динамическом контроле повреждений в шейном отделе позвоночника у детей. Преимущественно это связано с наличием определенных недостатков метода, а именно с зависимостью качества получаемых изображений от контроля неподвижности в момент исследования, локального статуса пациента, присутствия артефактов от металлических элементов и ряда других. Тем не менее были предприняты 2 попытки применения КЛКТ в качестве единственного метода лучевой диагностики у детей с повреждениями шейного отдела позвоночника. В первом наблюдении, используя данную методику, по результатам проведенного обследования



мы смогли определить тип ротационного подвывиха атланта в соответствии с общепринятой классификацией и после проведенного лечения подтвердить восстановление взаимоотношений между первым и вторым шейными позвонками. При этом ограничения проекционных возможностей, характерные для КЛКТ, были устранены за счет наложения аксиальных срезов, осуществленных вручную, с использованием графического редактора. Во втором наблюдении проведена диагностическая оценка восстановления костной структуры и взаимоотношений верхних шейных позвонков у ребенка с синдромом

Дауна после оперативного лечения перелома второго шейного позвонка. Интерпретация полученных срезов при проведении КЛКТ, выполненной в условиях динамической нерезкости и присутствия артефактов от металлоконструкции, вызвала затруднение при анализе выявленных изменений, что создало предпосылки для рассмотрения мультиспиральной компьютерной томографии как приоритетного метода лучевой диагностики у подобных пациентов. Мы полагаем, что использование метода КЛКТ имеет перспективы при диагностике ротационного подвывиха атланта у детей. ☺

Дополнительная информация

Согласие пациента

Законные представители пациентов добровольно подписали информированные согласия на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме, диагностических изображений и фотографий в журнале «Альманах клинической медицины».

Финансирование

Работа проведена без привлечения дополнительного финансирования со стороны третьих лиц.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Участие авторов

И.О. Еренков – анализ литературы, написание и редактирование текста; В.А. Воронин – формирование концепции публикации, поиск литературы по теме, интерпретация и описание диагностических исследований, написание текста. Оба автора прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией, согласны нести ответственность за все аспекты работы и гарантируют, что ими надлежащим образом были рассмотрены и решены вопросы, связанные с точностью и добросовестностью всех частей работы.

Список литературы / References

1. Булычева ЕА, Мамедов АА, Дыбов АМ, Ищенко ТА, Локтионов АА. Протокол анализа конусно-лучевой компьютерной томографии у больных с краниомандибулярной дисфункцией. *Стоматология*. 2020;99(6):94–100. doi: 10.17116/stomat20209906194. [Bulycheva EA, Mamedov AA, Dybov AM, Ishchenko TA, Loktionov AA. [Protocol of cone beam computed tomography analysis for patients with craniomandibular dysfunction]. *Stomatologiya* [Stomatology]. 2020;99(6):94–100. Russian. doi: 10.17116/stomat20209906194.]
2. Павлова ОЮ, Серова НС. Конусно-лучевая компьютерная томография в диагностике повреждений лицевого скелета. *Стоматология*. 2016;95(6):64–66. doi: 10.17116/stomat201695664-66. [Pavlova Olu, Serova NS. [Cone beam CT in diagnostics of facial trauma]. *Stomatologiya* [Stomatology]. 2016;95(6):64–66. Russian. doi: 10.17116/stomat201695664-66.]
3. Krayem M, Weber Lensing C, Fornander L. Cone-beam computed tomography for primary investigation of wrist trauma provides a new map of fractures of carpal bones. *J Hand Surg Eur Vol*. 2021;46(6):621–625. doi: 10.1177/17531934211001730.
4. Nardi C, Talamonti C, Pallotta S, Saletti P, Calistri L, Cordopatri C, Colagrande S. Head and neck effective dose and quantitative assessment of image quality: a study to compare cone beam CT and multislice spiral CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017;46(7):20170030. doi: 10.1259/dmfr.20170030.
5. Johnson C, Martin-Carreras T, Rabinowitz D. Pediatric interventional radiology and dose-reduction techniques. *Semin Ultrasound CT MR*. 2014;35(4):409–414. doi: 10.1053/j.sult.2014.05.007.
6. Byun BR, Kim YI, Yamaguchi T, Maki K, Son WS. Quantitative assessment of cervical vertebral maturation using cone beam computed tomography in Korean girls. *Comput Math Methods Med*. 2015;2015:405912. doi: 10.1155/2015/405912.
7. Echevarría-Sánchez G, Arriola-Guillén LE, Malpartida-Carrillo V, Tinedo-López PL, Palti-Menendez R, Guerrero ME. Reliability of cephalograms derived of cone beam computed tomography versus lateral cephalograms to estimate cervical vertebrae maturity in a Peruvian population: A retrospective study. *Int Orthod*. 2020;18(2):258–265. doi: 10.1016/j.ortho.2020.01.001.
8. Yin QS, Wang JH. Current Trends in Management of Atlantoaxial Dislocation. *Orthop Surg*. 2015;7(3):189–199. doi: 10.1111/os.12196.
9. Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(8):1663–1674.
10. Kim SY, Choi JW, Choi BY, Koo JW. Atlantoaxial rotary subluxation after tympanoplasty. *Otol Neurotol*. 2011;32(7):1108–1110. doi: 10.1097/MAO.0b013e3182267ed4.
11. Eadie PA, Moran R, Fogarty EE, Edwards GE. Rotatory atlantoaxial subluxation following pharyngoplasty. *Br J Plast Surg*. 1989;42(6):722–723. doi: 10.1016/0007-1226(89)90089-1.
12. Sarment D, editor. *Cone Beam Computed Tomography: Oral and Maxillofacial Diagnosis and Applications*. Wiley-Blackwell; 2013. 304 p.
13. Maes H, Janssen A, De Muynck S, Vantomme N. Intraoperative Use of Cone-Beam Computed Tomography in the Treatment of Atlantoaxial Rotatory Subluxation. *World Neurosurg*. 2020;140:76–78. doi: 10.1016/j.wneu.2020.05.024.
14. Mazzola CA, Christie C, Snee IA, Iqbal H. Atlantoaxial subluxation in the pediatric patient: Case series and literature review. *J Neurosci Neurol Disord*. 2020;4:069–074. doi: 10.29328/journal.jnnd.1001037.
15. Limeres Posse J, Abeleira Pazos MT, Fernández Casado M, Outumuro Rial M, Diz Dios P, Diniz-Freitas M. Safe zones of the maxillary alveolar



bone in Down syndrome for orthodontic miniscrew placement assessed with cone-beam computed tomography. *Sci Rep.* 2019;9(1):12996. doi: 10.1038/s41598-019-49345-0.

16. Diniz-Freitas M, Seoane-Romero J, Fernández-Varela M, Abeleira MT, Diz P, Cadarso-Suárez C, Guler I, Limeres J. Cone Beam Computed Tomography evaluation of

palatal bone thickness for miniscrew placement in Down's syndrome. *Arch Oral Biol.* 2015;60(9):1333–1339. doi: 10.1016/j.archoralbio.2015.06.013.

The diagnostic potential of cone beam computed tomography for cervical spine injuries in children: a review of two reports

I.O. Erenkov¹ • V.A. Voronin¹

Compared to multiaxial computed tomography, the cone beam computed tomography has its benefits in terms of higher resolution imaging, including the construction of a 3D image, and in terms of several fold lower radiation exposure. The duration of scanning of less than 1 minute and the possibility to place a patient in the sitting position allow for the use of this method in various fields of stomatology, maxillofacial surgery, as well as in traumatology for the assessment of limb injuries.

The paper presents our experience with the cone beam computed tomography as a single method for radiation diagnostics in children with cervical spine injuries. The first case is an example of the use of this method for primary diagnosis and subsequent follow-up of the restoration of the atlantoaxial position in a 9-year old child with rotatory subluxation of the atlant. To clarify the type of the injury, we combined and compared the axial planes of the 1st and 2nd cervical vertebrae. In the second case, we explored the possibility to assess the restoration of the bone structure and mutual position of the upper cervical vertebrae with the images obtained by cone beam computed tomography in a 9-year old girl with the Down's

syndrome, who had been operated due to a cervical spine injury.

The analysis of the cone beam computed tomography images from the first clinical case delineates the prospects of the method in the diagnostics of the atlant rotation subluxation in school-age children. Evaluation of the images obtained during the examination of the second clinical case has identified some disadvantages of the cone beam computed tomography, namely: 1) there is no way to control the fixed patient position, 2) limitations of the software to suppress artifacts arising from the metal construction, which leads to advanced image blurring and flatness, significantly hindering the identification of abnormalities.

Key words: cone beam computed tomography, children, cervical spine, spinal injury, case reports

For citation: Erenkov IO, Voronin VA. The diagnostic potential of cone beam computed tomography for cervical spine injuries in children: a review of two reports. *Almanac of Clinical Medicine.* 2023;51(3):200–205. doi: 10.18786/2072-0505-2023-51-017.

Received 4 March 2023; revised 15 March 2023; accepted 4 July 2023; published online 13 July 2023

Informed consent statement

The patients' legal representatives have voluntarily signed their informed consents to the publication of personal medical information in an anonymized form, diagnostic images and photos in the *Almanac of Clinical Medicine* journal.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

Authors' contributions

I.O. Erenkov, literature analysis, text writing and editing; V.A. Voronin, the paper concept, literature search, interpretation and description of the diagnostic studies, text writing. Both authors have read and approved the final version of the manuscript before submission, agreed to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Il'ya O. Erenkov – MD, PhD, Trauma Orthopaedist, Child Out-Patient Clinic No. 2¹; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4911-6624>
✉ Michurinskiy prospekt 19/5, Moscow, 119192, Russian Federation. E-mail: erenkov_i@mail.ru

Vadim A. Voronin – Radiologist, Child Out-Patient Clinic No. 2¹; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0570-9524>. E-mail: vorovada@medgaz.gazprom.ru

¹ Branch Clinic and Diagnostic Center of Public Joint Stock Company Gazprom; ul. Nametkina 16–4, Moscow, 117420, Russian Federation