

Ю.Н. Припорова, М.Н. Кравцов, Г.Е. Труфанов,  
Д.В. Свистов, И.В. Бойков

## Возможности компьютерной томографии в диагностике травмы $C_1$ , $C_{II}$ позвонков, послеоперационный контроль

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

**Резюме.** Обследовано 127 больных с травматическими изменениями шейного отдела позвоночника до и после оперативного лечения. Из них у 40 (31,5%) пациентов было повреждение верхнешейного отдела позвоночника: у 11 (27,5%) больных было выявлено повреждение  $C_1$  позвонка, у 28 (70%) пациентов –  $C_{II}$  позвонка. У 33 пострадавших был выполнен корпородез различными видами внутренней фиксации (транскентальная фиксация винтом, окципитоспондилодез, задняя фиксация при помощи крючковой и винтовой систем). У 10 пациентов был осуществлен наружный тип фиксации при помощи: гало-аппарата, краниоторакальной повязки, воротника «Филадельфия».

Исследования выполняли на компьютерных томографах фирмы «Siemens»: «Somatom Emotion Duo», «Volume Zoom» (Германия), фирмы «Toshiba»: «Aquillion 64», «Aquillion 16» (Япония) с измерением морфометрических показателей на дооперационном этапе. В послеоперационном периоде исследование проводили сразу после оперативного вмешательства и ежемесячно в течение 3–4 месяцев для контроля установленной конструкции. Компьютерная томография позволила визуализировать характер перелома позвонков, величину и направление смещения костных осколков, заподозрить и определить наличие нестабильности шейного отдела позвоночника, что важно для принятия тактики лечения. Выполнение компьютерной томографии в послеоперационном периоде сразу после операции позволяет оценить качество выполненного корпородеза, а в последующие 3–4 месяца – для констатации факта консолидации костных травматических изменений и, как следствие, создания возможности своевременного удаления металлоконструкций.

**Ключевые слова:** компьютерная томография,  $C_1$  и  $C_{II}$  позвонки, шейный отдел позвоночника, морфометрия, корпородез, травма, фиксация.

**Введение.** Травма верхнешейного отдела позвоночника, по данным Г. Имхоф с соавт. [3] составляет 1–10% от общего числа травм позвоночника, до 10–27% от переломов шейного отдела позвоночника, из них перелом  $C_1$  позвонка составляет 6% (перелом зубовидного отростка – 8–15%, перелом «палача» – 7%). У 77% пострадавших переломы  $C_1$  позвонка сочетаются с повреждением  $C_{II}$ , из них 53% с переломом зубовидного отростка и 24% с переломом «палача» [5]. Значение травмы верхнешейного отдела позвоночника определяется уникальностью анатомии этой области, здесь находятся жизненно важные структуры (ствол мозга, верхние сегменты спинного мозга, позвоночные артерии), многообразием травматических форм [5], высокой летальностью и грубой инвалидизацией пострадавших [8]. Около 80% пациентов с травмой позвоночника моложе 40 лет, в 75% это мужчины [2].

Повреждения верхнешейного отдела позвоночника сопровождаются в 52% неврологическими расстройствами, переломы зубовидного отростка у пострадавших в 16–25% осложняются повреждением спинного мозга, а в 5,5–1,1% приводят к летальному исходу [6].

Наиболее частыми причинами возникновения травматических изменений является автотравма,

в том числе, травма, полученная при управлении снегоходом и квадроциклом (по данным дорожно-патрульной службы полиции Российской Федерации в 2011 г. зарегистрировано 199 868 дорожно-транспортных происшествий, получили травму 251 848 человек). На втором месте причин, приводящих к повреждению шейного отдела позвоночника, ныряние под воду с мгновенным изменением направления сразу после вхождения в воду, резкие встряхивания головы при падениях, катание на аттракционах в парке и др. [1]. Актуальность проблемы диагностики краниовертебральных повреждений обусловлена не только их большой распространённостью, тяжестью клинических проявлений, но и отсутствием единой диагностической и лечебной тактики. Труднодоступность двух первых шейных позвонков для клинического и лучевого исследования являются причиной многочисленных диагностических ошибок – до 50 % и более [4].

Рентгенография является наиболее доступным и относительно дешевым методом. Лучевая диагностика повреждений верхнешейного отдела позвоночника весьма специфична. Однако, по данным R.H. Daffner [7], у 68 % пациентов с травмой позвоночника традиционная рентгенография не дает полной и

объективной картины характера повреждений позвоночника, а для полноценной диагностики требуется компьютерная томография (КТ). A. Vaccario et al. [9] отмечают, что при диагностике повреждений атланта и зуба  $C_{II}$  – обзорная рентгенография эффективна в 40% случаев. Определенную трудность в выполнении рентгенографии вносят тяжелое состояние пациентов и сочетанный характер повреждений.

С внедрением в современное здравоохранение КТ и магнитно-резонансной томографии (МРТ) проблема получения сведений о локализации, характере осложненной травмы  $C_I$ ,  $C_{II}$  позвонков и повреждении связочного аппарата и, как следствие, о стабильности шейного отдела позвоночника, а также о контроле качества выполненного корпородеза стала решаться успешнее.

**Цель исследования.** Определить возможности КТ в диагностике травматических изменений  $C_I$ ,  $C_{II}$  позвонков и контроле эффективности оперативного лечения.

**Материалы и методы.** Обследованы 40 пациентов с повреждением верхнешейного отдела позвоночника. У 11 больных было выявлено повреждение  $C_I$  позвонка, у 28 больных –  $C_{II}$  позвонка, 1 пациент был с повреждением мыщелков затылочной кости. Послеоперационное наблюдение включало проведение КТ-исследования непосредственно в ближайшие сроки после оперативного вмешательства и дальнейшие ежемесячные КТ-исследования.

КТ выполняли на аппаратах «Somatom Emotion Duo», «Volume Zoom» фирмы «Siemens» и «Aquilion 64», «Aquilion 16» фирмы «Toshiba» относящиеся к четвертому поколению компьютерных томографов.

Физико-технические условия исследования на аппаратах фирмы Siemens: напряжение генерирования рентгеновского излучения – 130 кВ, экспозиция – 85 мАс; толщина томографического среза и шага стола – 2,0 мм; коллимация – 1,5 мм, время ротации – 1,0 с, ядра реконструкции – H 40s medium и B70s very sharp. Физико-технические условия исследования на аппаратах фирмы Toshiba: напряжение генерирования рентгеновского излучения – 120 кВ, экспозиция – 182 мАс; толщина томографического среза и шаг стола – 2 мм, коллимация – 2 мм, время ротации – 0,5 с, ядра реконструкции – 3 и 30.

Стандартное исследование проводили по программе C-SPINE (для томографов фирмы «Siemens»), а также по программе CERVICAL SPINE (для томографов фирмы «Toshiba») с толщиной томографического среза 2 мм. Исследования выполняли в аксиальной плоскости с последующим построением реформаций изображений в сагиттальной, фронтальной и косой плоскостях. Исследование при малой ширине коллимации позволило в последующем выполнять построение качественных реформаций, что помогло получить более объективное представление о характере поражения, важном при планировании оперативного вмешательства.

В начале исследования выполняли цифровую томограмму шейного отдела позвоночника в боковой проекции при укладке на шейном подголовнике. Далее выбирали зону сканирования, которая при положении больного лежа на спине включала область от основания черепа до уровня  $Th_I$  позвонка.

С целью анализа полученных данных всем пострадавшим в процессе выполнения компьютерной томографии проводилась оценка морфометрических показателей, включавшая:

- измерение индекса Powers (отношение расстояния между базионом и задней стенкой позвоночного канала на уровне  $C_I$  к расстоянию между задней стенкой передней дуги атланта и опистионом);
- оценку объема резервных ликворных пространств на уровне  $C_I$  позвонка в соответствии с правилом Steele (правило «трех третей»);
- оценку целостности поперечной связки, используя правило Spence;
- измерение ширины сустава Крювелье (срединный атлантоосевой сустав);
- выявление асимметричного положения латеральных масс  $C_I$  позвонка относительно зубовидного отростка  $C_{II}$  позвонка.

Для уточнения характера повреждения связочного аппарата верхнешейного отдела позвоночника всем пострадавшим после КТ-исследования выполнено МР-исследование. МРТ выполняли на томографах «Magnetom Symphony» фирмы «Siemens» и «Vantage Titan» фирмы «Toshiba» с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл.

**Результаты и их обсуждение.** Из 40 пациентов у 11 больных было выявлено повреждение  $C_I$  позвонка, у 28 больных –  $C_{II}$  позвонка, 1 пациент был с повреждением мыщелков затылочной кости. В группе поврежденных  $C_I$  позвонка преобладающее количество имели пациенты с переломом Джефферсона – 5 (3,9%) человек (рис. 1). В группе поврежденных  $C_{II}$  по-

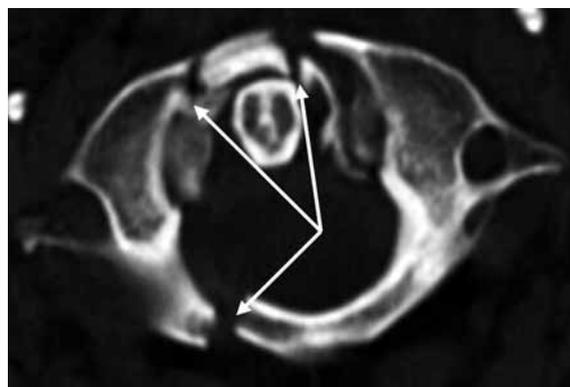


Рис. 1. Пострадавший М., 39 лет. Перелом Джефферсона (переломы передней и задней полудуг  $C_I$  позвонка). На КТ определяются оскольчатые переломы кольца  $C_I$  позвонка с повреждением сустава Крювелье (срединный атлантоосевой сустав) (стрелки)

звонка отмечалось наибольшее количество больных с травмой зубовидного отростка C<sub>II</sub> позвонка – 12 (9,4%) человек (рис. 2).

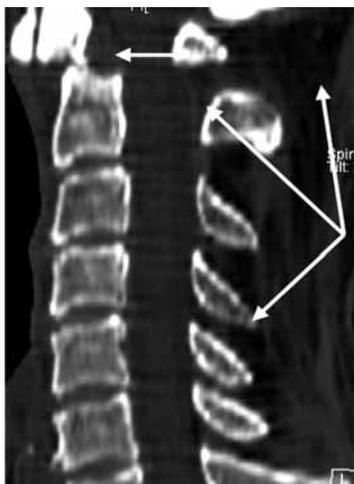


Рис. 2. Пострадавший К., 42 года. Перелом зубовидного отростка C<sub>II</sub> позвонка II типа. На сагиттальной реконструкции при КТ определяется перелом зубовидного отростка C<sub>II</sub> позвонка II типа (поперечный перелом основания зубовидного отростка) с наличием антелистаза (стрелка)

Среди пациентов с переломами C<sub>I</sub> позвонка при КТ-исследовании были выявлены: перелом дуги у 2 человек, переломы кольца – у 2-х, переломы латеральных масс у 3-х. Среди переломов зубовидного отростка отмечались все его типы повреждения: I тип – у 3 больных, II тип – у 4-х, III тип – у 5-ти.

Всем пациентам были проведены измерения: измерение индекса Powers (рис. 3), оценка объема резервных ликворных пространств на уровне C<sub>I</sub> позвонка в соответствии с правилом Steele, оценка целостности поперечной связки, используя правило Spence (рис. 4), измерение ширины сустава Крюгелье (срединный атлантоосевой сустав), выявления асимметричного

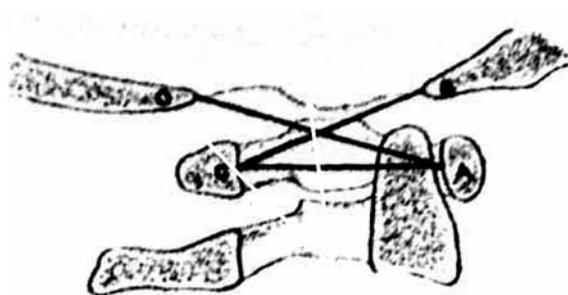


Рис. 3. Индекс Powers ( $AO \setminus BC = 0,77$  (норма)):

АО – линия, соединяющая задний край большого затылочного отверстия и задний край дуги атланта; BC – линия, соединяющая передний край большого затылочного отверстия с передним краем задней дуги атланта. Если индекс 1,0 и больше – это свидетельствует о переднем подвывихе в атлантоокипитальном сочленении

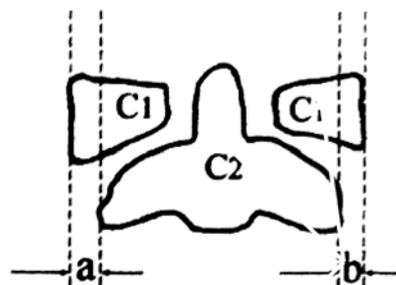


Рис. 4. Правило Spence (фронтальная проекция). Если сумма выступов боковых масс C<sub>I</sub> позвонка (отрезки а и b) превышает 7 мм, то поперечная связка разорвана и повреждение следует считать нестабильным

положения латеральных масс C<sub>I</sub> позвонка относительно зубовидного отростка C<sub>II</sub> позвонка.

Распределение больных в зависимости от полученных морфометрических показателей верхнешейного отдела позвоночника представлено в таблице 1.

Установлено, что у 47,5% пострадавших с травмой верхнешейного отдела позвоночника выявлено асимметричное положение зубовидного отростка C<sub>II</sub> позвонка относительно латеральных масс C<sub>I</sub> позвонка и у 12,5% сумма выступов боковых масс позвонка более 7 мм.

Полученные морфометрические показатели при КТ у большинства пациентов подтверждены данными МРТ-исследования с непосредственной визуализацией поврежденной поперечной связки и компремированных ликворных пространств, что имеет превалирующее значение для выбора тактики лечения. Исключение составили показатели выявления асимметричного положения зубовидного отростка C<sub>II</sub> позвонка относительно латеральных масс C<sub>I</sub> по-

Таблица 1  
Распределение больных с травмой верхнешейного отдела позвоночника в зависимости от полученных морфометрических показателей

Морфометрический показатель	Количество больных	
	абс.	%
Измерение индекса Powers (величина больше 1,0)	1	2,5
Оценка объема резервных ликворных пространств на уровне C <sub>I</sub> позвонка в соответствии с правилом Steele	1	2,5
Оценка целостности поперечной связки, используя правило Spence (величина более 7 мм)	5	12,5
Измерение ширины сустава Крюгелье (величина более 3–5 мм и 5–6 мм)	4 и 3	10 и 7,5
Выявление асимметричного положения зубовидного отростка C <sub>II</sub> позвонка относительно латеральных масс C <sub>I</sub> позвонка (наличие)	19	47,5

звонка и показатель расширения сустава Крювелье от 3 до 5 мм.

Показатель выявления асимметричного положения зубовидного отростка  $C_{II}$  позвонка относительно латеральных масс  $C_I$  позвонка был выявлен у 19 (47,5%) пациентов, при МРТ-исследовании лишь у 9 были визуализированы поврежденная поперечная и крыло-видные связки, у 10 пациентов они остались интакты. Показатель расширения сустава Крювелье от 3 до 5 мм был выявлен у 4 (10%) пациентов (ширина сустава составила 3 мм), при МРТ-исследовании целостность связочного аппарата краниовертебральной зоны была подтверждена лишь в 1 случае. Выявленное расхождение между КТ и МРТ наглядно демонстрирует эффективность КТ в подобных случаях.

Пациентам были выполнены оперативные вмешательства и проведено консервативное лечение в зависимости от уровня повреждения, стабильности шейного отдела позвоночника, осложненности и сочетанности повреждения, особенностей индивидуального анатомического строения позвонков

(тонкость ножек дужек позвонков). Наружную фиксацию осуществляли при помощи гало-аппарата у 1 пациента, при помощи воротника «Филадельфия» 8 пострадавшим и краниоторакальной повязки – 1 пациенту. Трансдентальную фиксацию винтом проводили при переломах зубовидного отростка  $C_{II}$  позвонка 12 пациентам, окципитоспондилодез осуществили при повреждении на уровне  $C_I$ – $C_{II}$  21 человеку. Задний корпородез был осуществлен крючковой системой 21 больному, винтовой фиксацией – 1 человеку (рис. 5).

Для контроля качества корпородеза проводили КТ-исследование в раннем послеоперационном периоде. Для оценки консолидации переломов, формирования костных блоков выполнялось КТ-исследование в более поздние сроки: 1 раз в месяц в течение 3–4 месяцев.

Визуализация удовлетворительной консолидации костных отломков, учитывая различные сроки индивидуальных и возрастных особенностей минерализации и репарации костной ткани, позволила нейрохирургам осуществить удаление металлоконструкций и средств

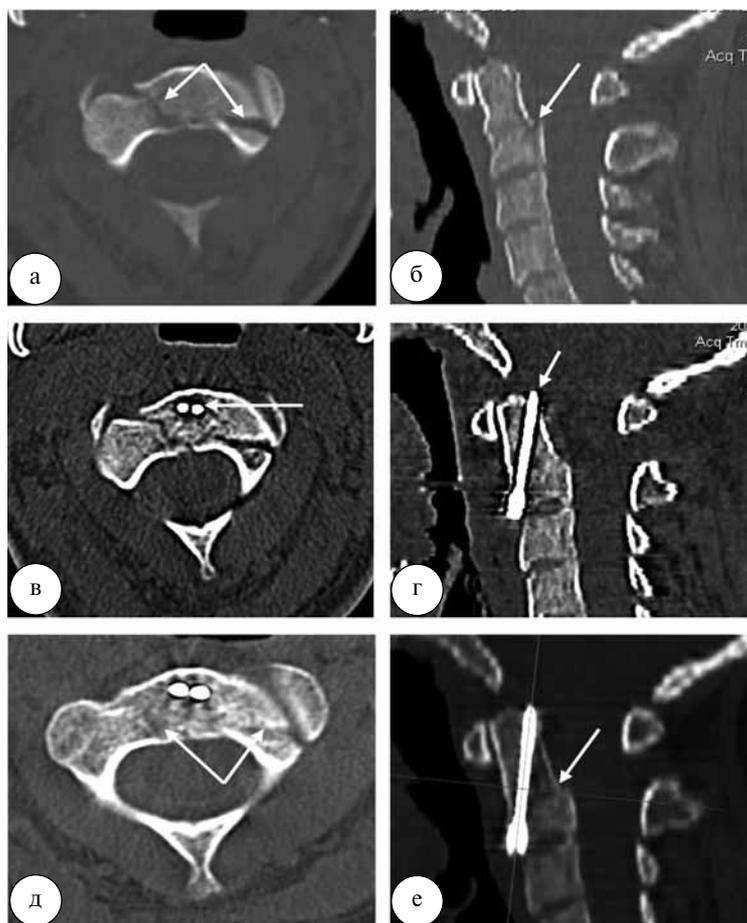


Рис. 5. Пострадавший С., 26 лет. Перелом зубовидного отростка  $C_{II}$  позвонка III типа до и после лечения. При КТ определяется перелом (стрелки) зубовидного отростка  $C_{II}$  позвонка III типа (а – аксиальный срез, б – сагиттальная реконструкция). На аксиальном срезе (в) и на сагиттальной реконструкции (г) определяется состояние после фиксации отломков зубовидного отростка  $C_{II}$  позвонка двумя компримирующими винтами с дифференцированной резьбой (стрелки). При компьютерной томографии через 2 месяца после операции на аксиальном срезе (д) и сагиттальной реконструкции (е) отмечается консолидация костных отломков (стрелки)

наружной фиксации в разные сроки. У 12 из 21 больного после проведенного окципитоспондилодеза, при ежемесячном КТ-мониторинге консолидации переломов на уровне  $C_1$ – $C_{II}$ , металлоконструкцию удалили по истечении 3 месяцев (по результатам 4-го послеоперационного КТ-исследования), 7 пациентам – через 4 месяца после операции (по результатам 5-го послеоперационного КТ-исследования). Учитывая громоздкость металлоконструкции при гало-фиксации, снятие ее стало возможным через 3 месяца после установки, по результатам 4-го послеоперационного КТ-исследования констатировавшего консолидацию перелома зубовидного отростка  $C_{II}$  позвонка III типа.

**Заключение.** Выполнение КТ при травме верхнешейного отдела позвоночника с применением методики измерения морфометрических показателей позволяет визуализировать характер переломов, величину и направление смещения костных отломков, заподозрить и определить наличие стабильности или нестабильности шейного отдела позвоночника. Выполнение КТ-мониторинга целесообразно сразу после оперативного вмешательства с целью контроля качества выполненного корпородеза и в течение

последующих 3–4 месяцев для констатации факта консолидации костных травматических изменений.

#### Литература

1. Бараль, Ж.-П. Травма, остеопатический подход / Ж.-П. Бараль, А. Кробьер // Изд. МИК. – Иваново, 2002. – 335 с.
2. Гринь, А.А. Хирургия многоуровневых поражений шейного отдела позвоночника / А.А. Гринь, О.А. Левина // Мат. III съезда нейрохирургов России. – СПб, 2002. – С. 193.
3. Имхоф, Г. Лучевая диагностика. Позвоночник / Г. Имхоф [и др.] // М. МЕДпресс-информ, 2005. – С. 59–76.
4. Луцки, А.А. Краниовертебральные повреждения и заболевания / А.А. Луцки, И.К. Раткин, М.Н. Никитин // Новосибирск, 1998. – 552 с.
5. Полищук, Н.Е. Повреждения краниовертебральной области / Н.Е. Полищук [и др.] // Повреждения позвоночника и спинного мозга. – Киев: «КНИГА плюс», 2001. – 388 с.
6. Рамих, Э.А. Повреждения верхнего шейного отдела позвоночника: диагностика, классификации, особенности лечения / Э.А. Рамих // Хирургия позвоночника. – 2004. – № 3. – С. 8–19.
7. Daffner, R.H. Imaging of vertebral trauma. Third edition / R.H. Daffner. – Cambridge University Press, 2011. – 242 p.
8. Grinberg M.S. Handbook of Neurosurgery. Fifth edition / M.S. Grinberg. – Thieme 2001. – 971 p.
9. Vaccario, A.R. Fractures of the cervical, thoracic, and lumbar spine / A.R. Vaccario. – Marcel Decker, New York, 2003. – 768 p.

Yu.N. Priporova, M.N. Kravtsov, G.E. Trufanov, D.V. Svistov, I.V. Boykov

#### Computed tomography in diagnostics and posttreatment monitoring of $C_1$ - $C_{II}$ vertebral trauma

**Abstract.** 127 patients with posttraumatic injuries of cervical spine were examined pre-operationally and after surgery. 40 of them (31,5%) had injuries of upper cervix. Among them 11 (27,5%) patients were with  $C_1$  vertebral trauma, 28 (70%) – with  $C_{II}$  vertebral trauma. As surgical treatment corporodesis with different types of internal fixation such as transdental screw fixation, occipitospondylodesis and posterior fixation with hook and screw systems was performed to 33 patients. In 10 patients external type of fixation, such as haloapparate fixation, craniothoracal bandage and «Philadelphia» collar was carried out. All the patients were examined using computed tomography scanners of «Siemens» production «Somatom Emotion Duo», «Volume Zoom», «Toshiba» production «Aquillion 64», «Aquillion 16» and morphometric rates before operation were measured. After surgical treatment examinations were performed immediately after operation and every month during 3–4 months. Computed tomography allows giving in detail the type of vertebral fracture, size and displacement direction of bone fragments, suspecting and/or detecting cervical spine instability impacting neurosurgery tactics. Computed tomography examination immediately after surgery allows assessing good quality of corporodesis and during next 3–4 months to define bone consolidation which in consequence can create possibility of metalloconstruction re-removal.

**Key words:** computed tomography,  $C_1$  and  $C_{II}$  vertebrae, cervical spine, morphometry, corporodesis, trauma, fixation.

Контактный телефон: 8 (812) 292-33-47; e-mail: rentgenvma@mail.ru