



# ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА С БАЗИЛЯРНОЙ ИНВАГИНАЦИЕЙ, ОСЛОЖНИВШЕЙСЯ ДИСТАЛЬНЫМ КИФОЗОМ И КОМПРЕССИОННО-ИШЕМИЧЕСКОЙ ШЕЙНОЙ МИЕЛОПАТИЕЙ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ И КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В.В. Степаненко<sup>1</sup>, В.А. Шаманин<sup>1</sup>, А.В. Трашин<sup>1, 2</sup>, Ю.А. Шулёв<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

**Цель исследования.** Представление клинического случая хирургической коррекции краниовертебральной аномалии, осложнившейся через 8 лет прогрессирующим дистальным переходным кифозом, стенозом, антелистезом C<sub>5</sub> позвонка и компрессионно-ишемической шейной миелопатией в сегменте C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub>.

**Материал и методы.** При лечении пациента 56 лет со множественными аномалиями краниовертебральной области последовательно были применены дифференцированные хирургические технологии из-за развития поздних осложнений. Описана последовательность и обоснование принятия хирургических решений.

**Результат.** Первично пациенту выполнили трансоральную декомпрессию и заднюю окципитоцервикальную фиксацию, спустя 8 лет — перемонтаж системы с дистальной пролонгацией зоны инструментации до C<sub>7</sub> позвонка с непрямой задней декомпрессией спинного мозга, передней дискэтомией с прямой декомпрессией и фиксацией кейджем на уровне C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> позвонков. Достигнуты регресс миелопатического синдрома, коррекция ортопедического статуса и значительное улучшение функционального статуса.

**Заключение.** Редкое клиническое наблюдение демонстрирует сочетание базилярной инвагинации с ассимиляцией атланта, что обусловило выполнение двухэтапного хирургического лечения в одну хирургическую сессию (1-й этап — трансоральная резекция зуба и 2/3 тела C<sub>2</sub> позвонка с передней декомпрессией спинного мозга; 2-й этап — окципитоцервикальная фиксация). Применение протяженных систем при этом явилось причиной развития клинически значимого синдрома дистального смежного уровня, потребовавшего повторного оперативного лечения через 8 лет.

**Ключевые слова:** краниовертебральная область, окципитоцервикальная фиксация, окципитоспондилодез, синдром смежного уровня, дистальный переходный кифоз, шейная миелопатия.

**Для цитирования:** Степаненко В.В., Шаманин В.А., Трашин А.В., Шулёв Ю.А. Отдаленные результаты лечения пациента с базилярной инвагинацией, осложнившейся дистальным кифозом и компрессионно-ишемической шейной миелопатией: клинический случай и краткий обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21. № 1. С. 6–13.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.1.6-13>.

## LONG-TERM RESULTS OF TREATMENT OF A PATIENT WITH BASILAR INVAGINATION COMPLICATED BY DISTAL KYPHOSIS AND COMPRESSIVE ISCHEMIC CERVICAL MYELOPATHY: A CLINICAL CASE AND A BRIEF LITERATURE REVIEW

V.V. Stepanenko<sup>1</sup>, V.A. Shamanin<sup>1</sup>, A.V. Trashin<sup>1, 2</sup>, Yu.A. Shulev<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>City Multifield Hospital No. 2, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup>North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia

**Objective.** To present a clinical case of surgical correction of a craniovertebral anomaly complicated after 8 years by distal junctional kyphosis, stenosis, antelithesis of the C5 vertebra and compressive ischemic cervical myelopathy in the C5–C6 segment.

**Material and Methods.** When treating a 56-year-old patient with multiple anomalies of the craniovertebral region, differentiated surgical technologies were consistently used due to the development of late complications. The sequence and rationale for surgical decision making is described.

**Results.** Initially, the patient underwent transoral decompression and posterior occipitocervical fixation, and after 8 years - reinstallation of the system with distal extension of the instrumentation zone to the C7 vertebra with indirect posterior decompression of the spinal cord, anterior discectomy with direct decompression and cage fixation at the C5–C6 level. Regression of myelopathic syndrome, correction of orthopedic status and significant improvement in functional status were achieved.

**Conclusion.** A rare clinical observation demonstrates a combination of basilar invagination with assimilation of the atlas, which has provided rationale for two-stage surgical treatment in one surgical session (1st stage — transoral resection of the dens and 2/3 of the C2 ver-

tebral body with anterior decompression of the spinal cord, and 2nd stage — occipitocervical fixation). The use of extended systems in this case caused the development of a clinically significant syndrome of the distal adjacent level, which required repeated surgical treatment after 8 years.

**Key Words:** craniovertebral junction, occipitocervical fixation, occipitospondylodesis, adjacent level syndrome, distal junctional kyphosis, cervical myelopathy.

Please cite this paper as: Stepanenko VV, Shamanin VA, Trashin AV, Shulev YuA. Long-term results of treatment of a patient with basilar invagination complicated by distal kyphosis and compressive ischemic cervical myelopathy: a clinical case and a brief literature review. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2024;21(1):6–13. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.1.6-13>.

Краниовертебральная область (КВО) – сложно устроенная анатомо-биомеханическая система, границами которой принято считать костные, связочные, сосудистые и невральные образования, расположенные от нижней трети ската и мыщелков затылочной кости до межпозвонкового диска  $C_2$ – $C_3$ . КВО обеспечивает движение головы с максимальными амплитудами во всех трех плоскостях, но является биомеханически уязвимой, что характерно для всех переходных зон [1–3]. Основные патологические процессы (травмы, опухоли опорных структур и интрадуральные новообразования, аномалии, инфекционно-воспалительные, генетические заболевания), локализующиеся в данной области, могут быть представлены одним или несколькими доминирующими клиническими синдромами или их сочетанием: компрессией, нестабильностью, деформациями, сосудистыми и ликвородинамическими дисфункциями [4–7]. При большинстве патологических процессов, локализующихся в КВО, формируется нестабильность, требующая определения способа ее устранения.

В настоящее время существуют 2 основных подхода к коррекции нестабильности и компрессии КВО: окципитоцервикальная фиксация (ОЦФ) и короткосегментарные технологии Goel и Harms [2, 3, 8, 9].

ОЦФ – широко применяемая хирургическая техника коррекции нестабильности КВО различного генеза [1, 9–12]. До появления современного инструментария и технологий фиксацию осуществляли различными способами, в том числе с помощью проволоки и аутокости, что требовало длительного послеоперационного

ношения жесткого шейного воротника или гало-аппарата при достаточно высокой частоте несращений [10–12]. Современная ОЦФ предполагает жесткую интраоперационную стабилизацию затылочной пластиной, полиаксиальными позвоночными винтами и стержнями, позволяющими выполнить репозицию и не требующими дополнительной послеоперационной иммобилизации шейного отдела позвоночника [9, 10, 12, 13].

ОЦФ может иметь ряд серьезных осложнений: повреждение невральных структур, крупных артериальных сосудов, венозных сплетений, несостоятельность и поломка конструкции, псевдоартроз [10, 12, 13]. Частота их варьирует от 10 до 52 % [10, 12, 13]. Менее изучены отдаленные результаты ОЦФ с точки зрения развития синдрома смежного уровня и формирования дистального переходного кифоза [10, 13].

Цель исследования – представление клинического случая хирургической коррекции краниовертебральной аномалии, осложнившейся через 8 лет прогрессирующим дистальным переходным кифозом, стенозом, антелистезом  $C_5$  позвонка и компрессионно-ишемической шейной миелопатией в сегменте  $C_5$ – $C_6$ .

Дизайн исследования: клиническое наблюдение с длительным катамнезом и краткий обзор литературы.

#### Первое обращение

Пациент С., 56 лет, на момент первого обращения в 2015 г. имеет крепкое телосложение, рост 182 см, вес 110 кг. Жил активной жизнью, отслужил срочную службу в воздушно-десантных войсках. После увольнения из армии работал каменщиком на стройке, где в возрасте 53 лет полу-

чил травму, спровоцировавшую дебют заболевания: во время строительных работ на каску упала балка весом около 10–15 кг. Через несколько месяцев появились жгучие боли в шейно-затылочной области, что заставило пациента обратиться за медицинской помощью. Лучевые исследования не выполняли, пациент лечился амбулаторно с диагнозом «остеохондроз».

Через 1 год на фоне сохранения указанных симптомов появились первые проявления атаксии, но больной продолжал трудовую деятельность. На фоне постепенного прогрессирования атаксии возникли нарушения чувствительности, преимущественно в верхних конечностях. Спустя 3 года от появления первичной симптоматики (2015 г.) наступила декомпенсация функционального статуса: на фоне значительного прогрессирования атаксии развились тетрапарез и бульбарные нарушения (поперхивания твердой пищей). Пациент перестал не только работать, но и обслуживать себя в быту. В этот период впервые был направлен на консультацию к нейрохирургу.

На момент поступления в клинику функциональный статус следующий: тетрапарез по Европейской миелопатической шкале (European Myelopathy Scale – EMS) – II класс (10 баллов), боли в шее – 9/10 баллов по ВАШ, выраженный бульбарный синдром – дисфагия, поперхивание.

При обследовании у пациента выявили множественные аномалии КВО: базилярную инвагинацию, аномалию Киари I типа, ассимиляцию атланта с развитием цервикомедулярной компрессии (рис. 1, 2). Основные индексы и критерии, характеризующие ангулометрические показатели КВО, привед-

шие к цервикомедуллярной компрессии, представлены в табл. 1.

#### Клиническое представление перед первой операцией

Тяжесть состояния пациента на момент обращения определялась цервикомедуллярной компрессией. Данные СКТ и МРТ свидетельствуют о том, что у пациента имеются клинические проявления краниовертебральной нестабильности на фоне множественных аномалий развития, при этом характер аномалий (преимущественно блокирование) свидетельствует не столько об исходной нестабильности, сколько о стабильной, длительно компенсированной базилярной импрессии с функциональной декомпенсацией, по всей видимости, спровоцированной травмой. Клиническая симптоматика свидетельствует о том, что дегенеративные изменения в сегменте  $C_3$ – $C_4$  не являются причиной манифестации патологии. Следовательно, основной целью хирургического лечения на данном этапе явилась декомпрессия спинного мозга и нижних отделов ствола в краниовертебральной зоне.

Сочетание базилярной инвагинации с ассимиляцией атланта обусловило выбор двухэтапного хирургического лечения в одну сессию: 1-й этап – декомпрессия (трансоральная резекция зуба и 2/3 тела  $C_2$  позвонка); 2-й этап – ОЦФ (рис. 3). Учитывая грубые клинические проявления сдавления ствола головного мозга, 1-м этапом сочли менее рискованным для пациента выполнить декомпрессию, так как при реализации 2-го этапа (редукции дислокации с последующей ОЦФ) имелся высокий риск усугубления неврологических дисфункций. Технические особенности ОЦФ:  $C_2$  позвонок в зону фиксации не включили по причине трансоральной резекции зуба и 2/3 тела  $C_2$  позвонка, всего установили 3 пары винтов через боковые массы  $C_3$ ,  $C_4$  и  $C_5$  позвонков.

В послеоперационном периоде отмечалось быстрое восстановление неврологических функций пациента. На 10-е сут он ходил без поддержки, мог обслуживать себя в быту, регрессировала бульбарная симптоматика.

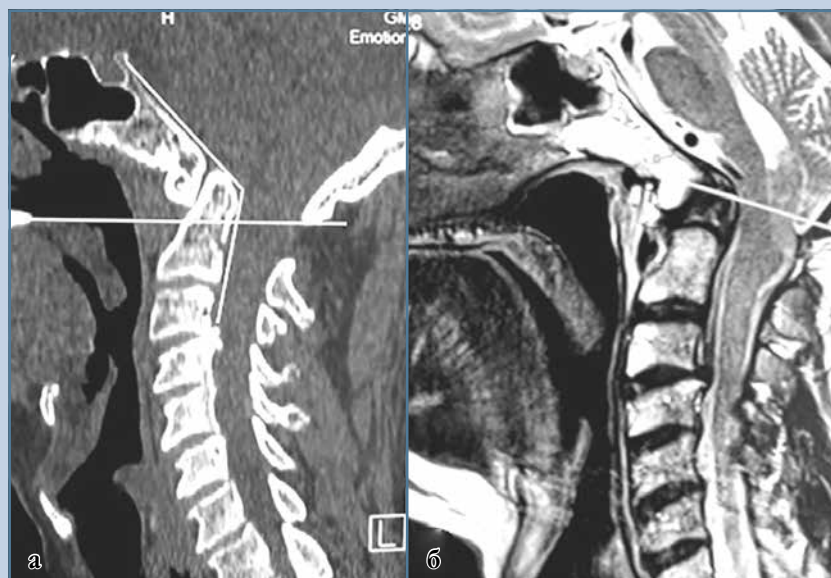


Рис. 1

СКТ (а) и МРТ (б) пациента С. в сагиттальной проекции до операции: а – угол Wackenheimer clivus-canal и линия Chamberlain; б – линия McRae; расположение зуба  $C_2$  позвонка в большом затылочном отверстии с компрессией ствола мозга



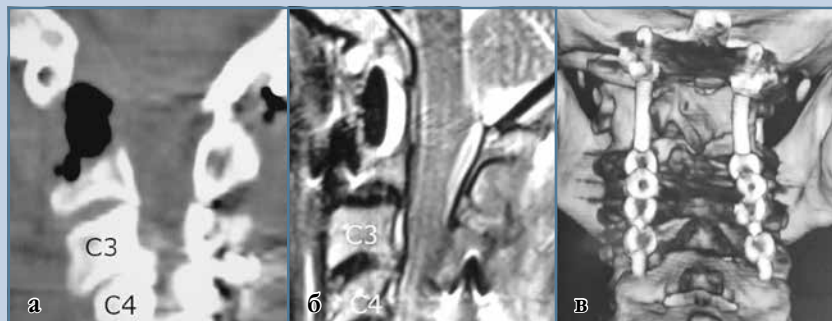
Рис. 2

СКТ пациента С. в сагиттальной (а), коронарной (б) и аксиальной (в) проекциях до операции: ассимиляция атланта (а, б), костная киста в скате (в)

Таблица 1

Измерения соотношений (углы и линии) в краниовертебральной области при первом обращении пациента С.

Критерий	Значение
Угол Wackenheimer clivus-canal	135°
Линия McRae	Зуб выше
Линия Chamberlain	Зуб выше
Линия Wackenheimer	Зуб выше



**Рис. 3**

СКТ (а) и МРТ (б) пациента С. в сагиттальной проекции после первой операции, 3D-реконструкция (в): а – резекция зуба и 2/3 тела  $C_2$  позвонка; б – цервикомедулярная декомпрессия; в – окципитоцервикальная фиксация ( $C_0$ – $C_3$ – $C_4$ – $C_5$ )

**Таблица 2**

Динамика функционального статуса пациента С.

Шкала	Исходно	Через 10 дней	Через 6 недель
Nurick, grade	V	I	0
EMS, баллы	10 (EMS II)	15 (EMS I)	18 (норма)
ВАШ, баллы	9	3	0



**Рис. 4**

МРТ пациента С. в сагиттальной (а) и аксиальной (б) проекциях до операции: при втором обращении антелистез  $C_5$  и стеноз позвоночного канала в сегменте  $C_5$ – $C_6$  с компрессией спинного мозга и формированием очага измененного МР-сигнала на уровне  $C_5$ – $C_6$  со снижением высоты переднего отдела тела  $C_6$  DJS с нестабильностью и вторичной миелопатией

Отмечено восстановление трудоспособности через 6–7 недель после операции (табл. 2), пациент вернулся к прежней работе.

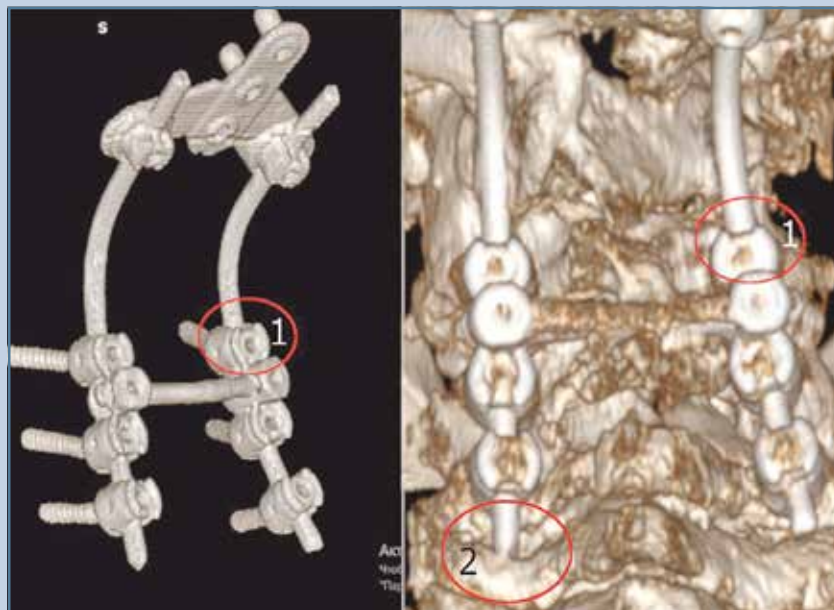
В течение семи лет после операции пациент вел полноценный образ жизни, работал монтажником-высотником. В сентябре 2022 г. возникли боли в шейной и затылочной областях. В марте 2023 г. появилась и стала прогрессировать гипестезия в конечностях по типу перчаток и носков, слабость в конечностях и шаткость походки. Перестал работать, а затем потерял возможность себя обслуживать. На момент второго обращения в возрасте 64 лет (май 2023 г.) имел прежние физические параметры: рост 182 см, вес 115 кг.

Функциональный статус на момент поступления в стационар: European Myelopathy Scale (EMS) – II класс (11 баллов), боли в шее – 7/10 баллов по ВАШ.

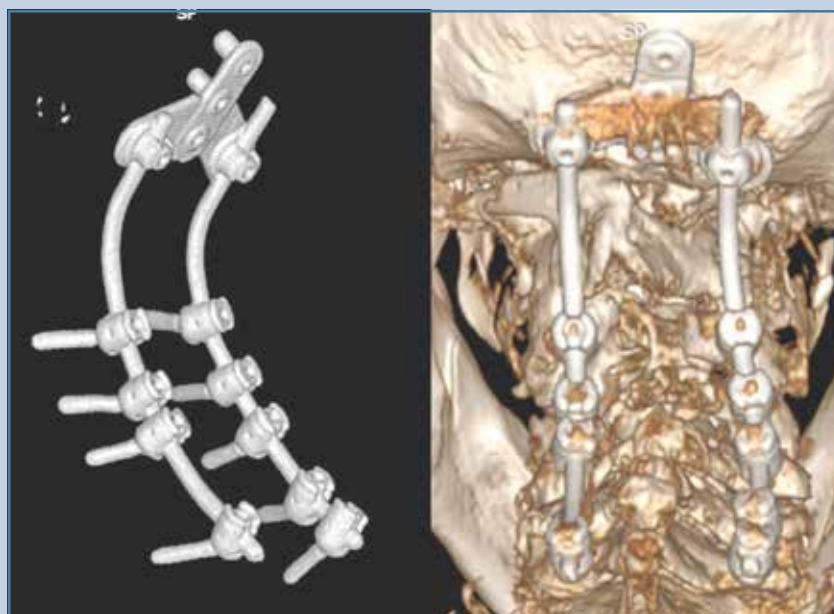
По данным МРТ выявили дегенерацию смежного с конструкцией уровня с формированием миелопатического очага спинного мозга на уровне  $C_5$ – $C_6$  (рис. 4), что свидетельствует о транзиторной компрессии спинного мозга на уровне  $C_5$ – $C_6$  позвонков. По данным СКТ определили особенность: левый стержень дистального концом зацепился за дужку  $C_6$  позвонка и не позволял сместиться всей конструкции ОЦФ, в результате чего в ней сформировался пролежень (рис. 5).

*Клиническое представление перед второй операцией*

Тяжестью состояния на момент повторного обращения являлась патология дистального (по отношению к первичной инструментальной фиксации) контактного сегмента, проявляющаяся сегментарной нестабильностью, формированием дистального переходного кифоза, возможно, вследствие механического давления дистальных концов стержней конструкции ОЦФ, с развитием шейной миелопатии. Следовательно, цель операции – декомпрессия спинного мозга и стабилизация сегмента  $C_5$ – $C_6$ . Однако нам представлялось невозможным реализовать декомпрессию

**Рис. 5**

СКТ (3D-реконструкция) пациента С. до операции при втором обращении: перелом стержня конструкции под гайкой (1), который обнаружили только интраоперационно после удаления гайки из полиаксиального винта  $C_3$  справа; пролежень в дужке  $C_6$  позвонка слева (2)

**Рис. 6**

СКТ (3D-реконструкция) пациента С. после 1-го этапа хирургического лечения; перемонтаж окципитоцервикальной фиксации, установка дополнительных полиаксиальных винтов в  $C_6$  и  $C_7$  позвонки и пролонгация параллельных стержней конструкции до  $C_7$  позвонка с непрямой декомпрессией спинного мозга

и стабилизацию из переднего доступа, предварительно не устранив давление дистальных концов стержней системы ОЦФ сзади на дужку  $C_6$  позвонка. Решили провести операцию в 2 этапа.

1-й этап – частичная замена элементов системы ОЦФ (установка дополнительных полиаксиальных винтов в  $C_6$  и  $C_7$  позвонки и пролонгация параллельных стержней конструкции до  $C_7$  позвонка с непрямой декомпрессией спинного мозга). Интраоперационно обнаружили перелом правого стержня под гайкой полиаксиального винта  $C_3$ , который не был виден на СКТ. В фасетку  $C_6$  позвонка слева ввести винт не представлялось возможным из-за ее перелома по линии сформированного пролежня вследствие давления дистального конца стержня. 2-й этап (через 5 дней) – передняя дискэктомия с декомпрессией спинного мозга и фиксацией кейджем для создания костного блока между  $C_5$  и  $C_6$  позвонками. В результате удалось достичь не прямой декомпрессии и состоятельности ОЦФ (рис. 6, 7).

В раннем послеоперационном периоде у пациента отметили регресс проявлений миелопатического синдрома по EMS – III класс (13 баллов). Боли в шее полностью купированы, уменьшились проявления атаксии. На 10-е сут после операции пациент стал ходить без опоры, обслуживать себя в быту. По данным контрольной СКТ сагиттальный баланс туловища пациента восстановлен (табл. 3, рис. 7).

### Обсуждение

В последние два десятилетия набирают популярность технологии короткосегментарных стабилизирующих систем в хирургическом лечении патологии КВО [2, 3, 8, 15]. Их преимуществом, в сравнении с протяженными окципитоцервикальными фиксирующими системами, является сохранение подвижности вышележащего ( $C_0-C_1$ ) и нижележащих сегментов, хотя эти методики не имеют статистически значимых различий в функциональных исходах [16, 17]. В свою

Таблица 3

Параметры шейного баланса пациента С.

Параметр	Перед второй операцией	После второй операции
Угол C <sub>0</sub> –C <sub>2</sub> , град.	31,8	31,9
Угол C <sub>2</sub> –C <sub>7</sub> , град.	12,7	22,0
T1 slope, град.	24,6	25,8



Рис. 4

СКТ (а) в сагиттальной, МРТ в сагиттальной (б) и аксиальной (в) проекциях после второго этапа хирургического лечения: передняя дискэктомия с декомпрессией спинного мозга и фиксацией кейджем C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> позвонков (а); дистальный переходный кифоз редуцирован, компрессия спинного мозга устранена, размеры и форма очага измененного МР-сигнала уменьшились (б, в)

очередь, атлантоаксиальная фиксация (C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub>) дает существенное преимущество в объеме движений за счет сохранения подвижности в сегменте C<sub>0</sub>–C<sub>1</sub> [16–18]. В литературе немного данных по дегенерации смежного уровня и тем более развития дистального переходного кифоза после применения ОЦФ [16, 17].

В настоящее время в хирургии КВО находят применение оба подхода. В тех случаях, когда речь идет об отсутствии надежной точки для имплантации полиаксиального винта короткосегментарной фиксации (деструкция костей, остеопороз, аномалия хода позвоночной артерии, врожденные анатомические аномалии структур позвоночника и др.), применение системы ОЦФ является вынужденной, но оправданной технологией [16–19]. Наш случай иллюстрирует подобную ситуацию: ассимиляция атланта с заты-

лочной костью делает сохранение нефиксированного сегмента C<sub>0</sub>–C<sub>1</sub> бессмысленным, а недоразвитая боковая масса C<sub>1</sub> не является надежной опорой для введения полиаксиального винта (рис. 1, 2).

В отдельных работах представлены данные об отдаленных результатах ОЦФ с позиции синдрома смежного уровня с развитием дистального переходного кифоза [20, 21]. ОЦФ ускоряет феномен дегенерации ниже зоны фиксации и приводит к его формированию. Ревизионная хирургия (хирургия последствий) после ОЦФ имеет свои технические особенности и намного сложнее в принятии решения о методах и последовательности хирургических этапов лечения [21–23].

Синдром смежного уровня – это известный феномен в хирургии позвоночника. В шейном отделе позвоночника его частота составляет около 3 % в год при переднем

спондилодезе, без значимых различий в методиках операции [24–26], при задней фиксации шейного отдела позвоночника радиологические признаки синдрома составляют 3,4 % в первый год, 5,9 % – во второй год после операции, а при долгосрочном анализе исходов он возникнет в 20–30 %. Клинические проявления при этом составляют 30–60 % [24–26]. При ОЦФ данных о синдроме смежного уровня в литературе не очень много. По данным Zileli и Akintürk [13], он возникает в 7 % случаев.

Развитие дистального переходного кифоза – довольно частая проблема при лечении деформаций позвоночника во всех его отделах, в том числе в КВО. По данным Passias et al. [23], частота дистального переходного кифоза в шейном отделе позвоночника при различной патологии и объеме операций может достигать 20–25 % [21, 23].

В литературе представлены данные о влиянии факторов риска для развития дистального переходного кифоза у пациентов после хирургической коррекции деформаций шейного отдела позвоночника: демографических, клиничко-неврологических, радиологических, хирургических [21, 23]. Все данные о факторах риска развития дистального переходного кифоза в шейном отделе позвоночника, представленные в литературе, оценивались без учета фиксации шейного отдела позвоночника к затылочной кости пластиной. Отдельных исследований по ОЦФ мы не обнаружили.

Современные исследования достоверно подтверждают, что, чем больше сегментов шейного отдела позвоночника фиксировано и чем больше объем костной резекции, тем больше вероятность развития синдрома смежного уровня и дистального переходного кифоза. Использование переходных стержней (с шейного к грудному отделу позвоночника) также повышает риск развития дистального переходного кифоза [21, 23, 26]. Техника окципитоспондилодеза предполагает неподвижную блокировку черепа (чешуи затылочной кости) и шейного отдела позвоночника (фасеточных суставов или ножек

позвонков), что является усугубляющим фактором для развития дистального переходного кифоза [21, 23, 26].

В представленном клиническом примере при первом обращении пациента потребовалось сначала выполнить декомпрессию одним из двух вариантов: либо прямую декомпрессию – транссоральная/трансназальная резекция зуба  $C_2$ , либо непрямую по технологии Goel [2, 3, 27]. Мы выполнили вентральную декомпрессию ствола из транссорального доступа, а использование длинносегментарной системы ОЦФ было вынужденной мерой из-за наличия аномалии и дегенерации сегмента  $C_3$ – $C_4$ . Реализованный план хирургического лечения обеспечил декомпрессию ствола и надежную фиксацию, что привело к существенному улучшению функциональной независимости пациента.

Через 8 лет возникновение и усугубление миелопатического синдрома было обусловлено прогрессированием дистального переходного кифоза вследствие перелома стержня и дислокации системы ОЦФ. Пациенту выполнили двухэтапную реконструктивно-стабилизирующую операцию: частичную замену элементов системы ОЦФ и переднюю дискэктомию с декомпрессией спинного мозга и фиксацией кейджем в сегменте  $C_5$ – $C_6$ .

### Заключение

Представленное редкое клиническое наблюдение демонстрирует сочетание базилярной инвагинации с ассимиляцией атланта, что обусловило выполнение двухэтапного хирургического лечения в одну хирургическую сессию – (1-й этап – декомпрессия, 2-й этап –

ОЦФ). Применение протяженных систем при окципитоцервикальной фиксации следует рассматривать как фактор риска развития синдрома смежного уровня. Данное наблюдение подтверждает хорошо известный факт, что эпизод травмы часто является провоцирующим фактором развития клинических проявлений у пациентов с аномалиями развития КВО не только в детском, но и во взрослом возрасте.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Проведение исследования одобрено локальными этическими комитетами учреждений.*

*Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.*

### Литература/References

- Ветрилэ С.Т., Колесов С.В. Краниовертебральная патология. М., 2007. С. 23–45. [Vetriile ST, Kolevov SV. Craniovertebral Pathology. Moscow, 2007:23–45].
- Goel A. Goel's classification of atlantoaxial "facet" dislocation. J Craniovertebr Junction Spine. 2014;5:3–8. DOI: 10.4103/0974-8237.135206.
- Goel A. Is inclusion of the occipital bone necessary/counter-effective for craniovertebral junction stabilization? J Craniovertebr Junction Spine. 2015;6:102–104. DOI: 10.4103/0974-8237.161588.
- Губин А.В. Хирургическая патология шейного отдела позвоночника у детей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2009. [Gubin AV. Surgical pathology of the cervical spine in children: DMedSci Thesis abstract. St. Petersburg, 2009].
- Бурцев А.В., Губин А.В., Рябых С.О., Котельников А.О., Павлова О.М. Синдромальный подход при оценке хирургической патологии шейного отдела позвоночника // Гений ортопедии. 2018. Т. 24. № 2. С. 216–220. [Burtsev AV, Gubin AV, Ryabykh SO, Kotelnikov AO, Pavlova OM. Syndromic approach in assessing the surgical pathology of the cervical spine. Genij Ortopedii. 2018;24(2):216–220]. DOI: 10.18019/1028-4427-201824-2-216-220.
- Shulev Y, Stepanenko V, Klimov V, Trashin A. Surgical management outcome of craniovertebral junction lesions. In: Skull Base – An Interdisciplinary Approach: 21st Annual Meeting of the North American Skull Base Society, Presentation Abstracts. N.Y., 2011;21(Suppl. 1):17. DOI: 10.1055/s-2011-1274228.
- Шулев Ю.А., Степаненко В.В. Функциональные и резекционные декомпрессии при краниовертебральной патологии: обоснование выбора и исходы хирургической коррекции // Нейрохирургия. 2015. № 2. С. 107–108. [Shulev YuA, Stepanenko VV. Functional and resection decompression for craniovertebral pathology: rationale for the choice and outcomes of surgical correction. Neuosurgery. 2015;(2):107–108].
- Harms J, Melcher RP. Posterior C1–C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. Spine. 2001;26:2467–2471. DOI: 10.1097/00007632-200111150-00014.
- Sonntag VK, Dickman CA. Craniovertebral stabilization. Clin Neurosurg. 1993;40:243–272.
- Martinez-Del-Campo E, Turner JD, Kalb S, Rangel-Castilla L, Perez-Orr-ibo L, Soriano-Baron H, Theodore N. occipitocervical fixation: a single surgeon's experience with 120 patients. Neurosurgery. 2016;79:549–560. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001340.
- Lu DC, Roeser AC, Mummaneni VP, Mummaneni PV. Nuances of occipitocervical fixation. Neurosurgery. 2010;66(3 Suppl):141–146. DOI: 10.1227/01.NEU.0000365744.54102.B9.
- Joaquim AF, Osorio JA, Riew KD. Occipitocervical fixation: general considerations and surgical technique. Global Spine J. 2020;10:647–656. DOI: 10.1177/2192568219877878.
- Zileli M, Akintürk N. Complications of occipitocervical fixation: retrospective review of 128 patients with 5-year mean follow-up. Eur Spine J. 2022;31:311–326. DOI: 10.1007/s00586-021-07037-2.
- Ismail MA, Boehm H, El Ghait HA, Akar A. Surgical treatment of craniocervical instability: comparison of two constructs regarding clinical and radiological outcomes of 100 patients. Eur Spine J. 2023;32:3511–3521. DOI: 10.1007/s00586-023-07795-1.
- Львов И.С., Гринь А.А., Некрасов М.А., Кордонский А.Ю., Сытник А.В. Методы вентральной декомпрессии у пациентов с атлантоаксиальными дислокациями травматического и нетравматического генеза // Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко. 2018. Т. 82. № 1. С. 33–40. [Lvov IS, Grin' AA, Nekrasov MA, Kordonskii AY, Sytnik AV. Ventral decompression techniques in patients with traumatic and non-traumatic atlanto-axial dislocations. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko. 2018;82(1):33–40]. DOI: 10.17116/neiro201882133-40.
- Badiee RK, Mayer R, Pennicooke B, Chou D, Mummaneni PV, Tan LA. Complications following posterior cervical decompression and fusion: a review of incidence, risk factors, and prevention strategies. J Spine Surg. 2020;6:323–333. DOI: 10.21037/jss.2019.11.01.

17. **Wenning KE, Hoffmann MF.** Does isolated atlantoaxial fusion result in better clinical outcome compared to occipitocervical fusion? J Orthop Surg Res. 2020;15:8. DOI: 10.1186/s13018-019-1525-y.
18. **Park MS, Mesfin A, Stoker GE, Song KS, Kennedy C, Riew KD.** Sagittal range of motion after extensive cervical fusion. Spine J. 2014;14:338–343. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.06.072.
19. **Бурцев А.В., Рябых С.О., Котельников А.А., Губин А.В.** Клинические аспекты сагиттального баланса у взрослых // Гений ортопедии. 2017. Т. 23. № 2. С. 228–235. [Burtsev AV, Ryabikh SO, Kotelnikov AO, Gubin AV. Clinical issues of the sagittal balance in adults. Genij Ortopedii. 2017;23(2):228–235]. DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-2-228-235.
20. **Lee JC, Lee SH, Peters C, Riew KD.** Risk-factor analysis of adjacent-segment pathology requiring surgery following anterior, posterior, fusion, and nonfusion cervical spine operations: survivorship analysis of 1358 patients. J Bone Joint Surg Am. 2014;96:1761–1767. DOI: 10.2106/JBJS.M.01482.
21. **Passias PG, Alas H, Pierce KE, Galetta M, Krol O, Passfall L, Kummer N, Naessig S, Ahmad W, Diebo BG, Lafage R, Lafage V.** The impact of the lower instrumented level on outcomes in cervical deformity surgery. J Craniovertebr Junction Spine. 2021;12:306–310. DOI: 10.4103/jcvjs.jcvjs\_23\_21.
22. **Deutsch H, Haid RW Jr, Rodts GE Jr, Mummaneni PV.** Occipitocervical fixation: long-term results. Spine. 2005;30:530–535. DOI: 10.1097/01.brs.0000154715.88911.ea.
23. **Passias PG, Horn SR, Oh C, Lafage R, Lafage V, Smith JS, Line B, Protosaltis TS, Yagi M, Bortz CA, Segreto FA, Alas H, Diebo BG, Sciubba DM, Kelly MP, Daniels AH, Klineberg EO, Burton DC, Hart RA, Schwab FJ, Bess S, Shaffrey CI, Ames CP.** Predicting the occurrence of postoperative distal junctional kyphosis in cervical deformity patients. Neurosurgery. 2020;86:E38–E46. DOI: 10.1093/neuros/nyz347.
24. **Nunley PD, Jawahar A, Kerr EJ 3rd, Gordon CJ, Cavanaugh DA, Birdsong EM, Stocks M, Danielson G.** Factors affecting the incidence of symptomatic adjacent-level disease in cervical spine after total disc arthroplasty: 2- to 4-year follow-up of 3 prospective randomized trials. Spine. 2012;37:445–451. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31822174b3.
25. **Siemionow K, Monsef JB, Janusz P.** Preliminary analysis of adjacent segment degeneration in patients treated with posterior cervical cages: 2-year follow-up. World Neurosurg. 2016;89:730.E1–E7. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.01.053.
26. **Protosaltis TS, Ramchandran S, Kim HJ, Neuman BJ, Miller E, Passias PG.** Analysis of Early Distal Junctional Kyphosis (DJK) after Cervical Deformity Correction. Spine J. 2016;16(10 Suppl):S355–S356. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.07.469.
27. **Шкарубо А.Н., Чернов И.В., Андреев Д.Н., Коновалов Н.А., Синельников М.Е.** Мини-инвазивная хирургия инвагинированного зубовидного отростка СII позвонка // Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко. 2023. Т. 87. № 3. С. 5–12. [Shkarubo AN, Chernov IV, Andreev DN, Kononov NA, Sinelnikov ME. Minimally invasive surgery for invaginated CII odontoid process. Zhurnal Voprosy Neirokhirurgii Imeni N.N. Burdenko. 2023;87(3):5–12]. DOI: 10.17116/neiro2023870315.

#### Адрес для переписки:

Трашин Александр Вадимович  
 194354, Россия, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5  
 Городская многопрофильная больница № 2,  
 atrashin@gmail.com

#### Address correspondence to:

Trashin Alexander Vadimovich  
 City Multifield Hospital No. 2,  
 5 Uchebny lane, Saint-Petersburg, 194354, Russia,  
 atrashin@gmail.com

Статья поступила в редакцию 21.12.2023

Рецензирование пройдено 22.02.2024

Подписано в печать 28.02.2024

Received 21.12.2023

Review completed 22.02.2024

Passed for printing 28.02.2024

Виталий Васильевич Степаненко, канд. мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии № 1, Городская многопрофильная больница № 2, Россия, 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5, ORCID: 0000-0002-1881-2088, vstepanenko@mail.ru;

Владимир Александрович Шаманин, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии № 1, Городская многопрофильная больница № 2, Россия, 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5, ORCID: 0009-0001-4621-5504, vashamanin@mail.ru;

Александр Вадимович Трашин, канд. мед. наук, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии № 1, Городская многопрофильная больница № 2, Россия, 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5; ассистент кафедры нейрохирургии им. проф. А.Л. Поленова, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41, ORCID: 0000-0003-4770-3400, atrashin@gmail.com;

Юрий Алексеевич Шулёв, д-р мед. наук, профессор кафедры нейрохирургии им. проф. А.Л. Поленова, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41, ORCID: 0000-0002-0696-0200, yuryshulev@yaboo.com.

Vitaly Vasilyevich Stepanenko, MD, PhD, Head of Department of Neurosurgery No. 1, City Multifield Hospital No. 2, 5 Uchebny lane, Saint-Petersburg, 194354, Russia, ORCID: 0000-0002-1881-2088, vstepanenko@mail.ru;

Vladimir Aleksandrovich Shamanin, neurosurgeon, Department of Neurosurgery No. 1, City Multifield Hospital No. 2, 5 Uchebny lane, Saint-Petersburg, 194354, Russia, ORCID: 0009-0001-4621-5504, vashamanin@mail.ru;

Alexander Vadimovich Trashin, MD, PhD, Department of Neurosurgery No. 1, City Multifield Hospital No. 2, 5 Uchebny lane, Saint-Petersburg, 194354, Russia; teaching assistant at the Department of Neurosurgery n.a. Prof. A.L. Polenov, North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya str., Saint-Petersburg, 191015, Russia, ORCID: 0000-0003-4770-3400, atrashin@gmail.com;

Yury Alekseyevich Shulev, DMSc, Professor of the Department of Neurosurgery n.a. Prof. A.L. Polenov, North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya str., Saint-Petersburg, 191015, Russia, ORCID: 0000-0002-0696-0200, yuryshulev@yaboo.com.