



АТЛАНТОАКСИАЛЬНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ НА ФОНЕ АНОМАЛИИ ЗУБА C₂ ПОЗВОНКА У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ДАУНА: ОПИСАНИЕ ДВУХ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ С АВТОРСКОЙ МОДИФИКАЦИЕЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

А.В. Степаненко¹, К.В. Сысоев¹, Д.С. Годанюк¹, Д.А. Гуляев¹, В.В. Степаненко², А.В. Ким¹

¹Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия

²Городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург, Россия

Цель исследования. Демонстрация двух клинических наблюдений успешного хирургического лечения атлантоаксиальной нестабильности у пациентов с зубовидной костью на фоне синдрома Дауна.

Материал и методы. Проанализированы результаты хирургического лечения атлантоаксиальной нестабильности у двух пациентов с зубовидной костью на фоне синдрома Дауна. Периоперационно оценивали нейроортопедический статус краниовертебральной области по данным КТ и МРТ (атлантодентальный интервал, тест Swischuk, индекс Power's). Оценку качества жизни пациентов проводили с использованием шкал Ю.А. Орлова.

Результаты. В представленных клинических наблюдениях продемонстрированы результаты реконструктивно-стабилизирующей коррекции нестабильности C₁–C₂ по методу Goel – Shah с применением оригинального запатентованного способа.

Заключение. Применение метода Goel – Shah в сочетании с ремоделированием суставных фасеток C₁–C₂ (оригинальная запатентованная методика) обеспечивает оптимальную коррекцию нестабильности при аномалии зуба C₂ у пациентов с синдромом Дауна.

Ключевые слова: синдром Дауна; зубовидная кость; атлантоаксиальная нестабильность; краниовертебральная область; атлантоаксиальная фиксация; цервикомедулярная декомпрессия.

Для цитирования: Степаненко А.В., Сысоев К.В., Годанюк Д.С., Гуляев Д.А., Степаненко В.В., Ким А.В. Атлантоаксиальная нестабильность на фоне аномалии зуба C₂ позвонка у пациентов с синдромом Дауна: описание двух клинических наблюдений с авторской модификацией стабилизации // Хирургия позвоночника. 2025. Т. 22. № 1. С. 26–33.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.26-33>.

ATLANTOAXIAL INSTABILITY ASSOCIATED WITH C2 ODONTOID ABNORMALITY IN PATIENTS WITH DOWN SYNDROME: DESCRIPTION OF TWO CLINICAL CASES WITH THE AUTHOR'S MODIFICATION OF STABILIZATION

A.V. Stepanenko¹, K.V. Sysoev¹, D.S. Godanyuk¹, D.A. Gulyaev¹, V.V. Stepanenko², A.V. Kim¹

¹Almazov National Medical Research Center, Saint-Petersburg, Russia

²City Multifield Hospital No. 2, Saint-Petersburg, Russia

Objective. To present two clinical cases of successful surgical treatment of atlantoaxial instability in Down syndrome patients with os odontoideum.

Material and Methods. The results of surgical treatment of atlantoaxial instability in two Down syndrome patients with os odontoideum were analyzed. The neuroorthopedic status of the craniovertebral junction was evaluated perioperatively according to CT and MRI (ADI, Swischuk test, Power's ratio). The assessment of the patients' quality of life was carried out using the Y.A. Orlov scales.

Results. The presented clinical cases demonstrate the results of reconstructive and stabilizing correction of C1–C2 instability using the Goel – Shah method combined with original patented technique.

Conclusion. The use of the Goel – Shah method in combination with remodeling of the C1–C2 articular facets (original patented technique) provides optimal correction of instability in C2 anomalies in patients with Down syndrome.

Key Words: Down syndrome; Os odontoideum; atlantoaxial instability; craniovertebral junction; atlantoaxial fixation; cervicomedullary decompression.

Please cite this paper as: Stepanenko AV, Sysoev KV, Godanyuk DS, Gulyaev DA, Stepanenko DV, Kim AV. Atlantoaxial instability associated with C2 odontoid abnormality in patients with Down syndrome: description of two clinical cases with the author's modification of stabilization. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2025;22(1):26–33. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.26-33>.

Среди основных причин атлантоаксиальной нестабильности у пациентов с синдромом Дауна (СД) выделяют зубовидную кость – аномалию, которая может протекать бессимптомно, но зачастую приводит к атлантоаксиальной дислокации и компрессии спинного мозга [1–3].

Распространенность зубовидной кости у пациентов с СД составляет 1,3–3,0 % и наблюдается преимущественно в детском и подростковом возрасте, реже у взрослых [1, 4]. Предрасполагающие факторы, приводящие к возникновению зубовидной кости, до настоящего времени не определены, однако некоторые авторы сообщают об индивидуальных анатомо-физиологических особенностях пациентов с СД, акцентируя внимание на низкой минеральной плотности их костной ткани, слабости поперечных связок, пониженном мышечном тонусе и чрезмерной мобильности суставов [1, 3].

Основной задачей хирургического лечения атлантоаксиальной нестабильности, в том числе ассоциированной с зубовидной костью, является устранение компрессии спинного мозга с целью купирования или предупреждения развития инвалидизирующего неврологического дефицита [4, 5]. Несостоятельность стабилизации С₁–С₂ сегмента на уровне зуба С₂ позвонка проявляется в различной степени выраженной нестабильностью атлантоаксиальных суставов, которая сопровождается комбинированной, передней и задней компрессией спинного мозга. Фактором задней компрессии является заднее полукольцо С₁, стенозирующее позвоночный канал при переднем смещении атланта. Передняя компрессия спинного мозга возникает на уровне задневерхнего края тела С₂. Ее причиной является деформация позвоночного канала вследствие передней трансляции и наклона атланта относительно осевого позвонка. Таким образом, задача декомпрессии спинного мозга при атлантоаксиальной нестабильности неразрывно связана с необходимостью коррекции имеющейся

деформации и обеспечением стабильной фиксации сегмента в положении, близком к физиологическому.

В настоящее время для декомпрессии и фиксации нестабильности в сегменте С₁–С₂ применяется достаточное количество хирургических технологий, различающихся объемом вмешательства, травматичностью и потенциальными осложнениями [4, 5]. Общепризнанной тенденцией является использование коротких моносегментарных фиксаций. Наиболее распространенным является способ задней винтовой фиксации по Goel – Harms. Однако многообразие анатомических особенностей, сопутствующих краниовертебральным порокам в сочетании с частой встречаемостью данной патологии у детей, не позволяет игнорировать разнообразные варианты краниоцервикальной фиксации, в том числе в сочетании с предварительной гало-коррекцией.

В этой работе мы приводим примеры хирургического лечения нестабильности на уровне С₁–С₂ позвонков у пациентов с зубовидной костью на фоне СД с использованием модифицированного способа по Goel – Shah [6].

Цель исследования – демонстрация двух клинических наблюдений успешного хирургического лечения клинически манифестированной атлантоаксиальной нестабильности у пациентов с зубовидной костью на фоне СД.

Материал и методы

В описанных клинических наблюдениях применен единый метод хирургической коррекции атлантоаксиальной нестабильности в модификации по Goel – Shah. В качестве спейсеров использовали аутокостные трикортикальные графты из гребня подвздошной кости. Выбор пластического материала обусловлен особенностями применения имплантатов у детей в связи с малыми размерами суставных поверхностей. Ремоделирование предварительно дегиалинизированных суставных фасеток выполняли путем резекции задней трети сустав-

ных фасеток С₂ позвонка и передней трети нижних суставных фасеток С₁ позвонка при помощи высокооборотного алмазного бора и кусачек Керрисона [7].

Результаты

Клинический пример 1

Девочка с СД, 3 года, дебют заболевания – с болей в шейно-затылочной области, наклона головы ребенка влево. Прогрессирование клинических проявлений в течение одного года, ухудшение в виде нарастания мышечной слабости в конечностях до глубокого спастического тетрапареза. При обследовании по данным МРТ выявлена атлантоаксиальная дислокация, нестабильность на уровне С₁–С₂ позвонков, стеноз позвоночного канала до 2 мм с компрессией спинного мозга и формированием очага миелопатического МР-сигнала на уровне С₁ позвонка. При поступлении в стационар в клинической картине ребенка боль в шейно-затылочной области. В неврологическом статусе отмечаются спастический тетрапарез (справа до 4 баллов, слева до 3 баллов), патологические стопные знаки Бабинского и Пуссеса с двух сторон. Из особенностей развития: гипертелоризм, эпикант, макроглоссия, клonus стоп с двух сторон. Качество жизни пациентки по адаптированной шкале Ю.А. Орлова составило 10 баллов, что соответствует неудовлетворительному уровню [8].

На МРТ шейного отдела позвоночника от 09.11.2021 г. атлантодентальный интервал более 4 мм; на уровне С₁ позвонка верифицируется очаг миеломалиции в центре спинного мозга.

На КТ шейного отдела позвоночника от 10.11.2021 г. определяется атлантоаксиальная дислокация на фоне зубовидной кости С₂ позвонка. Смещение С₁ позвонка кпереди от переднего края тела С₂ составляет 6 мм, тест Swischuk – 2,73 мм, индекс Power <1.

Принято решение о реконструктивно-стабилизирующей операции, цель которой – коррекция атлантоак-

сиальной нестабильности, декомпрессия спинного мозга на верхнешейном уровне, корригирующая фасетотомия C₁–C₂, артродез атлантоаксиальных суставов аутокостными графтами, задняя винтовая фиксация C₁–C₂.

Ход операции. Положение пациентки на животе, голова фиксирована в скобе Mayfield в нейтральной позиции. Выполнен задний срединный разрез кожи и подкожной клетчатки от наружной бугристости затылочной кости до остистого отростка C₅ позвонка. Рассечена выйная связка, скелетированы чешуя затылочной кости, заднее полукольцо C₁, остистый отросток и дужки C₂ позвонка. Отмечается передняя трансляция C₁ позвонка относительно C₂. Венозное сплетение в промежутке C₁–C₂ мобилизовано поднадкостнично, поэтапно коагулировано и пересечено вместе с нервами C₂. Вскрыты капсулы суставов C₁–C₂, отмечается передний наклон суставных фасеток со смещением боковых масс C₁ кпереди. Суставные поверхности дегиалинизированы. При помощи высокооборотного бора выполнена резекция задних краев верхних суставных фасеток C₂ позвонка. Аналогичным образом резецированы передние края нижних суставных фасеток C₁. Под нейрфизиологическим контролем за счет репозиционирования головы пациентки в скобе Mayfield выполнена коррекция передней трансляции C₁. На фоне умеренной дистракции в межсуставные промежутки C₁–C₂ заведены аутокостные трикортикальные графты, взятые из гребня подвздошной кости пациентки, размерами 10 × 10 × 7 мм. Под контролем ЭОП в боковые массы C₁ и транспедикулярно в тело C₂ позвонков проведены полиаксиальные винты 20,0 × 3,5 мм. Конструкция смонтирована на балках 3,5 мм. Смежные поверхности дужек C₁ и C₂ декортицированы, между ними на уровне конструкции уложена аутокостная крошка. Гемостаз осуществлен при артериальном давлении 120/80 мм рт. ст. Рана ушита послойно без дренажа.

Течение раннего послеоперационного периода без осложнений. Па-

циентка вертикализована на 2-е сутки после операции в жестком шейном ортезе. Неврологический статус без нарастания очаговой и проводниковой симптоматики. Пациентка выписана на 10-е сутки с регрессом болевого синдрома (рис. 1).

Клинический пример 2

Девочка с СД, 9 лет, длительно наблюдалась ортопедом по месту жительства по поводу деформации нижних конечностей, при обследовании по данным МСКТ выявлена зубовидная кость C₂ позвонка, нестабиль-

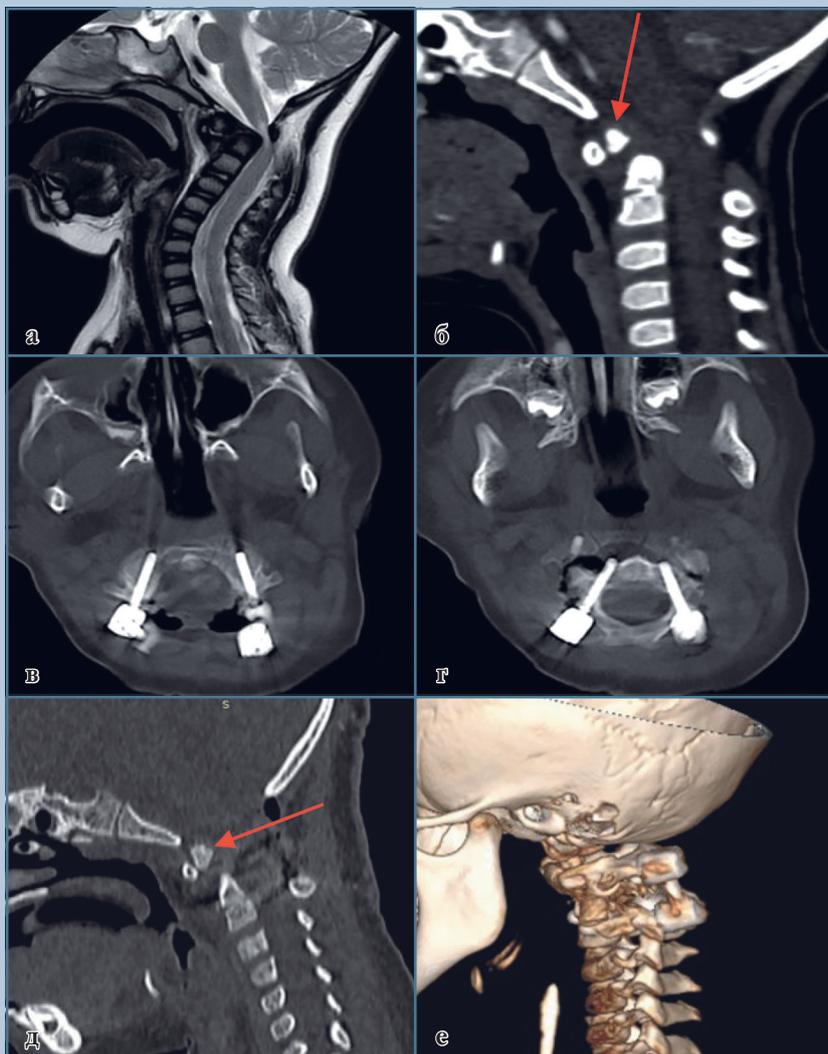


Рис. 1

Данные обследования пациентки трех лет: **а** – МРТ шейного отдела позвоночника в T2-взвешенном режиме, сагиттальная проекция в положении сгибания; **б** – МСКТ шейного отдела позвоночника в сагиттальной проекции до операции, зубовидная кость C₂ позвонка отмечена стрелкой; **в** – МСКТ изображение расположения элементов фиксирующей конструкции на уровне C₁ позвонка; **г** – МСКТ расположение элементов фиксирующей конструкции на уровне C₂ позвонка; **д** – МСКТ шейного отдела позвоночника в сагиттальной проекции после операции в положении сгибания, зубовидная кость C₂ позвонка отмечена стрелкой; **е** – МСКТ-3D-реконструкция шейного отдела позвоночника после операции

ность C₁–C₂. На МРТ шейного отдела позвоночника определяется стеноз позвоночного канала на уровне верхушки зуба С₂ до 5 мм, компрессия спинного мозга верхушкой зуба С₂. При поступлении в стационар клиническая картина представлена вынужденным положением головы с наклоном вправо, ограничением движений в шейном отделе позвоночника, болью в шейно-затылочной области, усиливающейся при движении головой. Неврологический статус: рефлекторный тетрапарез, отмечаются постоянные стереотипные навязчивые атетоидные движения, макроглоссия, Х-образная установка ног. Силовых парезов и нарушения чувствительности не выявлено. Качество жизни пациентки по шкале Ю.А. Орлова составило 40 баллов, что соответствует плохому уровню [9].

На МРТ шейного отдела позвоночника от 15.11.2022 г. определяется деформация позвоночного канала на уровне C₁–C₂ за счет переднего смещения С₁ позвонка с компрессией спинного мозга на уровне верхнего края тела С₂ позвонка.

На КТ шейного отдела позвоночника от 15.11.2022 г. определяется атлантоаксиальная дислокация на фоне зубовидной кости С₂ позвонка. Смещение С₁ позвонка кпереди от переднего края тела С₂ позвонка – 10,6 мм, тест Swischuk – 4,76 мм, индекс Power <1.

Принято решение о реконструктивно-стабилизирующей операции, цель которой – коррекция атлантоаксиальной нестабильности, декомпрессия спинного мозга на верхнешейном уровне, корригирующая фасетотомия С₁–С₂, артродез атлантоаксиальных суставов аутокостными графтами, задняя винтовая фиксация С₁–С₂.

Ход операции аналогичен описанному в клиническом наблюдении 1.

Течение раннего послеоперационного периода без осложнений. Пациентка вертикализована на 2-е сут после операции в жестком шейном ортезе. Неврологический статус без нарастания очаговой и проводниковой симптоматики. Выписана на 7-е сут с регрессом болевого синдрома (рис. 2).

Обсуждение

Скелетно-мышечные симптомы достаточно часто встречаются у пациен-

тов с СД. Некоторые авторы полагают, что наличие зубовидной кости у данной группы больных является ключевой причиной развития нестабильно-

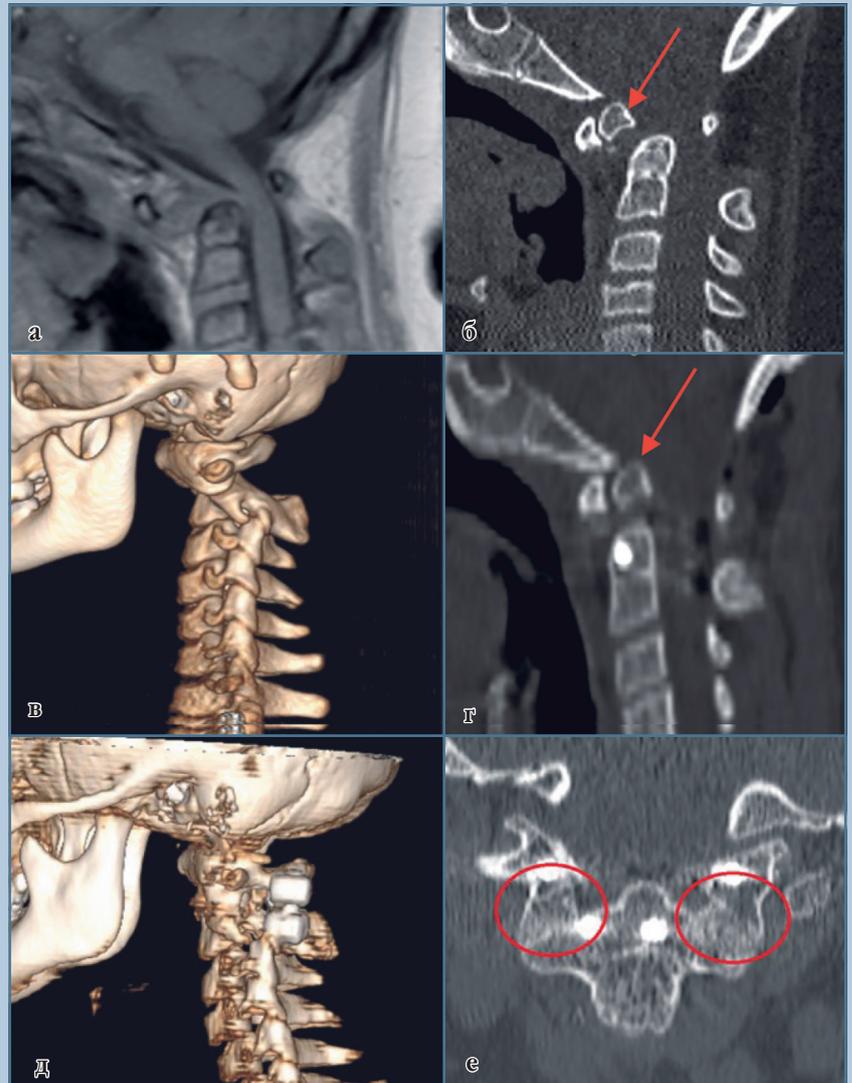


Рис. 2

Данные обследования пациентки девяти лет: а – МРТ шейного отдела позвоночника в T1-взвешенном режиме, сагиттальная проекция в положении сгибания, выраженный стеноз позвоночного канала на уровне C₁–C₂ позвонков; б – МСКТ шейного отдела позвоночника в сагиттальной проекции до операции, зубовидная кость С₂ позвонка отмечена стрелкой; в – МСКТ-3D-реконструкция шейного отдела позвоночника до операции; г – МСКТ шейного отдела позвоночника в сагиттальной проекции после операции, зубовидная кость С₂ позвонка отмечена стрелкой; д – МСКТ-3D-реконструкция шейного отдела позвоночника после операции; е – МСКТ-контроль через 12 мес. после операции, овалами выделено ремоделирование костных имплантатов, расположенных между боковыми массами C₁–C₂ позвонков

сти на краниовертебральном уровне. Атлантоаксиальная нестабильность, сопровождающаяся атлантоаксиальной дислокацией, является особенно опасным клиническим осложнением у пациентов с СД, так как приводит к формированию синдрома цервикомедуллярной компрессии [3, 5, 10].

Клинически аномалия может протекать бессимптомно, иметь местные симптомы, а также вызывать шейную миелопатию или симптомы, связанные с вертебробазилярной ишемией [11]. Местные симптомы включают боль, кривошею, ограничения подвижности шейного отдела позвоночника, обусловленные, как полагают, нарушением конгруэнтности суставных поверхностей суставов C_1-C_2 позвонков [4, 5, 12]. Симптомы шейной миелопатии могут варьировать от преходящих парезов и нарушений чувствительности до инвалидизирующего тетрапареза с нарушением глотания и дыхания, угрожающими летальным исходом [3–5]. Вертебробазилярная ишемия может возникать в результате компрессии позвоночных артерий, проявляясь головокружением, обмороками, нарушениями зрения и другими симптомами [4, 5, 13].

При определении показаний к хирургическому лечению существует некоторый диапазон представлений. Goel et al. [14] считают, что при наличии атлантоаксиальной нестабильности любой этиологии хирургическое лечение показано всем пациентам. Авторы сообщают, что даже в случае бессимптомной зубовидной кости операция показана, поскольку современный уровень технического оснащения позволяет выполнить коррекцию достаточно безопасно. При этом следует учитывать индивидуальные особенности пациента и личный опыт хирурга [14]. По мнению Wang et al. [15], напротив, бессимптомным пациентам с зубовидной костью может быть достаточно консервативного ведения с дальнейшим клиническим и рентгенологическим контролем, а хирургическое лечение показано только при выявлении признаков атлантоаксиальной нестабиль-

ности или ее прогрессирования [3]. Salunke et al. [16] указывают на связь сроков клинической манифестации атлантоаксиальной нестабильности с выраженностью наклона суставных фасеток.

Изучение этого вопроса представляется нам интересным в контексте совершенствования алгоритма наблюдения и выбора сроков хирургического лечения неврологически компенсированных пациентов с атлантоаксиальной нестабильностью. В настоящее время мы используем алгоритм, описанный Н.О. Хусаиновым с соавт. [17], согласно которому показаниями к хирургической коррекции нестабильности сегмента C_1-C_2 являются неврологические нарушения, вызванные компрессией спинного мозга, явные рентгенологические признаки атлантоаксиальной нестабильности (увеличение атлантодентального интервала более 10 мм), уменьшение резервного пространства для спинного мозга меньше 13 мм (нарушение правила трех Still), некоторые аномалии развития костных структур краниоцервикальной зоны, в частности зубовидной кости, базилярная импрессия и другие [17].

Арсенал хирургических методов лечения атлантоаксиальной нестабильности представлен различными вариантами декомпрессии в сочетании с краниоцервикальной или C_1-C_2 фиксацией. В случаях невозможности выполнения достаточной декомпрессии за счет репозиции атланта в дополнение к стабилизации используется задняя декомпрессия в виде ламинэктомии C_1 позвонка [1]. При сохраняющейся значительной компрессии на уровне краниовертебрального перехода оправданно дополнять ламинэктомию C_1 позвонка резекцией заднего края большого затылочного отверстия. Также описано использование в качестве дополнительной декомпрессии трансоральной одонтоидэктомии. Данный способ требует от хирурга соответствующего опыта и сопряжен с риском развития специфических тяжелых, в первую очередь инфекционных, осложне-

ний [18–21]. Ввиду этих обстоятельств использование трансоральной одонтоидэктомии целесообразно лишь при перспективе регресса проводниковых и бульбарных нарушений, обусловленных персистирующей вентральной компрессией спинного мозга и ствола мозга. Во всех случаях такой способ декомпрессии стоит рассматривать скорее как возможность компенсации передней компрессии спинного мозга, сохраняющейся после неудачной задней коррекции, но не как рутинный этап лечения.

Развитие микрохирургической техники в сочетании с нейрофизиологическим контролем заметно расширило возможности мобилизации сегмента C_1-C_2 и интраоперационного вправления смещенного атланта. Однако в ряде случаев предоперационная гало-коррекция сохраняет актуальность, позволяя сократить риск инвалидизирующих неврологических осложнений при хирургическом лечении грубых верхнешейных деформаций [22].

Краниоцервикальная фиксация, являясь, безусловно, менее рискованным вмешательством, чем C_1-C_2 фиксация, имеет ряд серьезных недостатков, нивелирующих ее значение в качестве рутинного способа лечения. Ограничение объема движений головы относительно шеи оказывает значительное влияние на качество жизни пациентов, затрудняя ориентирование в пространстве и функцию глотания. Кроме того, использование протяженных краниоцервикальных конструкций у детей в ряде случаев требует повторных ревизионных вмешательств, связанных как с избыточной нагрузкой на дистальные фиксирующие элементы, так и с продолжающимся ростом детского организма [23, 24]. В то же время атлантоаксиальные дислокации и нестабильность в условиях врожденных пороков, каковым является СД, могут сопровождаться грубыми анатомическими аномалиями, исключая возможность моносегментарной винтовой фиксации. Аналогич-

но при необходимости стабилизации атлантаксиальной нестабильности у маленьких пациентов или пациентов с задержкой роста винтовая C_1-C_2 фиксация может быть невыполнима по причине недостаточного развития костных элементов позвонков [23, 24]. Нередко костным аномалиям сопутствуют аномалии сосудистого артериального русла области краниовертебрального перехода. Аномалии диаметра и аберрантный ход V3-сегмента позвоночной артерии в сочетании с вариантами формирования Виллизиева круга связаны с риском тяжелых осложнений и могут быть противопоказанием к фиксации по Goel – Harms [25]. С учетом вышеперечисленных обстоятельств краниоцервикальная фиксация в различных вариантах сохраняет актуальность при лечении данной патологии.

Наиболее распространенным видом хирургического лечения при атлантаксиальной нестабильности является C_1-C_2 фиксация. Использование различных модификаций инструментальной фиксации сегмента C_1-C_2 в дополнение к коррекции

деформации способствует формированию костного блока и ассоциировано с регрессом имеющегося неврологического дефицита. Техника по Goel – Harms более безопасна в сравнении с трансартрикулярной фиксацией по Magerl и характеризуется большей стабильностью в сравнении с крючковыми и проволочными способами стабилизации [25, 26]. Другим способом фиксации при атлантаксиальной нестабильности является способ по Goel – Shah, отличающийся тем, что в дополнение к задней винтовой C_1-C_2 фиксации выполняется стабилизация межсуставными спейсерами, обеспечивающими большую стабильность сегмента [6].

В вышеописанных клинических наблюдениях был применен запатентованный авторский способ устранения переднего наклона суставных фасеток атлантаксиальных суставов для компенсации обусловленной ими смещающей силы, направленной кпереди и вниз, обеспечивший повышение стабильности костного блока суставов C_1-C_2 и сокращение нагрузки на фиксирующую конструкцию.

Заключение

Реконструктивно-стабилизирующая техника по Goel – Shah в сочетании с ремоделированием суставных фасеток атлантаксиальных суставов представляется нам наиболее актуальной в случаях хронических атлантаксиальных дислокаций у пациентов с СД. Объединяя в себе возможность декомпрессии спинного мозга с моно-сегментарной фиксацией, данный способ позволяет сократить нагрузку на конструкцию вследствие устранения переднего наклона суставных фасеток C_1-C_2 позвонков.

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

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

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

Литература/References

1. Sergeenko OM, Dyachkov KA, Ryabykh SO, Burtsev AV, Gubin AV. Atlantoaxial dislocation due to os odontoideum in patients with Down's syndrome: literature review and case reports. Childs Nerv Syst. 2020;36:19–26. DOI: 10.1007/s00381-019-04401-y
2. Кулешов А.А., Губин А.В., Шаров В.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Скрининговое обследование шейного отдела позвоночника у пациентов с синдромом Дауна // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 3. С. 325–334. [Kuleshov AA, Gubin AV, Sharov VA, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN. Screening examination of the cervical spine in patients with Down syndrome. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2023;30(3):325–334]. DOI: 10.17816/vto568156
3. Шаров В.А., Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н. Зубовидная кость второго шейного позвонка: аспекты эпидемиологии, этиопатогенеза, клинической картины и диагностики. Обзор литературы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 1. С. 97–110. [Sharov VA, Kuleshov AA, Shkarubo AN, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN. Os odontoideum of C2 vertebra: Aspects of epidemiology, etiopathogenesis, clinical manifestations, and diagnosis. Literature review. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2023;30(3):97–110]. DOI: 10.17816/vto121329
4. Cho S, Shlobin NA, Dahdaleh NS. Os odontoideum: A comprehensive review. J Craniovertebr Junction Spine. 2022;13:256–264. DOI: 10.4103/jcvjs.jcvjs_71_22
5. Pereira Duarte M, Das JM, Weisbrod LJ, Camino Willhuber GO. Os odontoideum. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan.
6. Goel A, Shah A. Atlantoaxial facet locking: treatment by facet manipulation and fixation. Experience in 14 cases. J Neurosurg Spine. 2011;14:3–9. DOI: 10.3171/2010.9.SPINE1010
7. Гуляев Д.А., Годанюк Д.С., Сысоев К.В. Способ хирургического лечения атлантаксиальной нестабильности. Патент РФ на изобретение № 2800564. Дата подачи заявки 19.04.2022. Опубликовано 24.07.2023. Бюл. № 21. [Gulyaev DA, Godanyuk DS, Sysoev KV. Method for surgical treatment of atlantoaxial instability. Patent RU 2800564. Date of filing 19.04.2022. Date of publication 24.07.2023. Bul. 21].
8. Зиненко Д.Ю., Мытников А.М., Ермолаев Т.П., Владимиров М.Ю. Лечение недоношенных детей с постгеморрагической гидроцефалией // Нейрохирургия и неврология детского возраста. 2004. № 3. С. 39–45. [Zinenko DYU, Mytnikov AM, Ermolaev TP, Vladimirov MYU. Treatment of premature babies with posthemorrhagic hydrocephalus. Pediatric Neurosurgery and Neurology. 2004;(3):39–45].
9. Орлов Ю.А. Оценка качества жизни пациентов с поражениями центральной нервной системы // Украинский нейрохирургический журнал. 2001. № 1. С. 89–94. [Orlov YuA. An estimation of quality of life of the patients with defeats of the central nervous system. Ukrainskii neurokhirurgicheskii zhurnal. 2001;(1):89–94].
10. Бурцев А.В., Губин А.В., Рябых С.О., Котельников А.О., Павлова О.М. Синдромальный подход при оценке хирургической патологии шейного отде-

- ла 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
11. **Jumah F, Alkhdour S, Mansour S, He P, Hroub A, Adeeb N, Hanif R, Mortazavi MM, Tubbs RS, Nanda A.** Os odontoideum: a comprehensive clinical and surgical review. *Cureus*. 2017;9:e1551. DOI: 10.7759/cureus.1551
 12. **Hvistendahl MA, Hoy K.** [Untreated os odontoideum may cause tetraplegia]. *Ugeskr Laeger*. 2020;182:V05190319. In Danish.
 13. **Hedequist DJ, Mo AZ.** Os odontoideum in children. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020;28:e100–e107. DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00637
 14. **Goel A, Patil A, Shah A, Dandpat S, Rai S, Ranjan S.** Os odontoideum: analysis of 190 surgically treated cases. *World Neurosurg*. 2020;134:e512–e523. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.10.107
 15. **Wang Q, Dong S, Wang F.** Os odontoideum: diagnosis and role of imaging. *Surg Radiol Anat*. 2020;42:155–160. DOI: 10.1007/s00276-019-02351-3
 16. **Salunke P, Karthigeyan M, Sunil N, Rangan V.** ‘Congenital anomalies of craniovertebral junction presenting after 50 years of age’: An oxymoron or An unusual variation? *Clin Neurol Neurosurg*. 2018;165:15–20. DOI: 10.1016/j.clineuro.2017.12.015
 17. **Хусаннов Н.О., Виссаронов С.В., Кокушин Д.Н.** Нестабильность краниовертебральной области у детей с синдромом Дауна // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2016. Т. 4, № 3. С. 71–77. [Khusainov NO, Vissarionov SV, Kokushin DN. Craniocervical instability in children with Down’s syndrome. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive surgery*. 2016;4(3):71–77]. DOI: 10.17816/PTORS4371-77
 18. **Li C, Tian Y, Ren Q, Ji X, Mao Z, Wu M.** Treatment of atlantoaxial dislocation in children with down syndrome using posterior atlantoaxial screw fixation. *Front Surg*. 2022;9:877929. DOI: 10.3389/fsurg.2022.877929
 19. **Zhang Z, Wang H, Liu C.** Acute traumatic cervical cord injury in pediatric patients with os odontoideum: a series of 6 patients. *World Neurosurg*. 2015;83:1180.e1–e6. DOI: 10.1016/j.wneu.2014.12.036
 20. **Dlouhy BJ, Dahdaleh NS, Menezes AH.** Evolution of transoral approaches, endoscopic endonasal approaches, and reduction strategies for treatment of craniovertebral junction pathology: a treatment algorithm update. *Neurosurg Focus*. 2015;38:E8. DOI: 10.3171/2015.1.FOCUS14837
 21. **Tubbs RS, Demerdash A, Rizk E, Chapman JR, Oskouian RJ.** Complications of transoral and transnasal odontoidectomy: a comprehensive review. *Childs Nerv Syst*. 2016;32:55–59. DOI: 10.1007/s00381-015-2864-6
 22. **Tirado-Caballero J, Moreno-Madueno G, Rivero-Garvia M, Mayorga-Buiza MJ, Valencia-Anguita J, Marquez-Rivas J.** Two-stage approach for unstable pediatric craniocervical junction anomalies with a halo vest and delayed occipitocervical fusion: technical note, case series, and literature review. *World Neurosurg*. 2021;146:e1021–e1030. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.11.079
 23. **Губин А.В., Бурцев А.В.** Задняя фиксация краниоцервикального перехода с использованием винтовых конструкций // Хирургия позвоночника. 2014. № 2. С. 42–48. [Gubin AV, Burtsev AV. Posterior screw fixation of the craniocervical junction. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2014;(2):42–48]. DOI: https://doi.org/10.14531/ss2014.2.42-48
 24. **Губин А.В., Бурцев А.В., Рябых С.О., Климов В.С., Евсюков А.В., Ивлиев Д.С.** Анализ винтовой фиксации C₁, C₂ при атлантоаксиальной нестабильности у пациентов разных возрастных групп // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15, № 3. С. 6–12. [Gubin AV, Burtsev AV, Ryabykh SO, Klimov VS, Evsyukov AV, Ivliev DS. Analysis of C1, C2 screw fixation for atlantoaxial instability in patients of different age groups. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2018;15(3):6–12]. DOI: https://doi.org/10.14531/ss2018.3.6-12
 25. **Chen Q, Brahimaj BC, Khanna R, Kerolus MG, Tan LA, David BT, Fessler RG.** Posterior atlantoaxial fusion: a comprehensive review of surgical techniques and relevant vascular anomalies. *J Spine Surg*. 2020;6:164–180. DOI: 10.21037/jss.2020.03.05
 26. **Magerl F, Seemann PS.** Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P, Weidner A. (eds). *Cervical Spine I*. New York, 1987:322–327. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8882-8_59

Адрес для переписки:

Степаненко Александр Витальевич
197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2,
Национальный медицинский исследовательский центр
им. В.А. Алмазова,
av.step@mail.ru

Address correspondence to:

Stepanenko Aleksandr Vitalyevich
Almazov National Medical Research Centre,
2 Akkuratova str, Saint-Petersburg, 197341, Russia,
av.step@mail.ru

Статья поступила в редакцию 07.10.2024

Рецензирование пройдено 04.03.2025

Подписано в печать 15.03.2025

Received 07.10.2024

Review completed 04.03.2025

Passed for printing 15.03.2025

Александр Витальевич Степаненко, клинический ординатор 1-го года обучения по специальности «нейрохирургия», Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0009-0002-7726-3194, av.step@mail.ru;
Кирилл Владимирович Сысоев, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0000-0002-6868-1186, sysoev.rmsi@mail.ru;
Денис Сергеевич Годанюк, врач-нейрохирург, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0000-0003-2154-2493, dsg77@mail.ru;
Дмитрий Александрович Гуляев, д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0000-0002-5509-5612, gulyaevd@mail.ru;
Виталий Васильевич Степаненко, канд. мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии, Городская многопрофильная больница № 2, Россия, 194354, Санкт-Петербург, Учебный переулок, 5, ORCID: 0000-0002-1881-2088, vstepanenko@mail.ru;
Александр Вонгиевич Ким, д-р мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии для детей, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2, ORCID: 0000-0002-6219-7270, kimoza@mail.ru.

Aleksandr Vitalyevich Stepanenko, 1-year resident specializing in neurosurgery, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0009-0002-7726-3194, av.step@mail.ru;

Kirill Vladimirovich Sysoev, MD, PhD, neurosurgeon, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0000-0002-6868-1186, sysoev.rnsi@mail.ru;

Denis Sergeevich Godanyuk, neurosurgeon, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0000-0003-2154-2493, ds77@mail.ru;

Dmitry Aleksandrovich Gulyayev, DMSc, Prof., chief researcher, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0000-0002-5509-5612, gulyaevd@mail.ru;

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

Aleksandr Vongiyevich Kim, DMSc, Head of the Pediatric Neurosurgery Department, Almazov National Medical Research Centre, 2 Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia, ORCID: 0000-0002-6219-7270, kimoza@mail.ru.