

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568156>

Скрининговое обследование шейного отдела позвоночника у пациентов с синдромом Дауна

А.А. Кулешов¹, А.В. Губин², В.А. Шаров¹, М.С. Ветрилэ¹, И.Н. Лисянский¹, С.Н. Макаров¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;

² Санкт-Петербургский государственный университет, клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Среди всего многообразия ортопедических патологий, характерных для пациентов с синдромом Дауна, патология шейного отдела позвоночника, на наш взгляд, является наиболее значимой. Различные варианты атланта-аксиальных дислокаций могут приводить к выраженному неврологическому дефициту и, в свою очередь, значительно снизить качество жизни этой группы пациентов.

Цель. Анализ результатов скринингового обследования пациентов с синдромом Дауна на предмет наличия патологии шейного отдела позвоночника.

Материалы и методы. Проанализированы функциональные рентгенограммы шейного отдела позвоночника в боковой проекции у 60 пациентов с синдромом Дауна в рамках скринингового обследования на базе НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова с мая 2021 по январь 2023 года.

Результаты. Из 60 пациентов, прошедших обследование, у 9 была обнаружена патология краниовертебральной области. Зубовидная кость позвонка С2 присутствовала у 3 пациентов. Различные варианты ротационных атланта-аксиальных смещений определялись у 5 пациентов, и у 1 пациентки была выявлена гипоплазия мыщелков затылочной кости в сочетании с базилярной инвагинацией зуба позвонка С2.

Заключение. Нестабильность верхнего шейного отдела позвоночника — потенциально самое опасное проявление ортопедической патологии при синдроме Дауна. Следовательно, проведение скринингового обследования с выполнением функциональных рентгенограмм шейного отдела позвоночника в боковой проекции является рекомендованным для данной группы пациентов.

Ключевые слова: синдром Дауна; шейный отдел позвоночника; атланта-аксиальная дислокация; зубовидная кость; краниовертебральная область.

Как цитировать:

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. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568156>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto568156>

Screening examination of the cervical spine in patients with Down syndrome

Alexander A. Kuleshov¹, Alexander V. Gubin², Vladislav A. Sharov¹, Marchel S. Vetrile¹, Igor N. Lisyansky¹, Sergey N. Makarov¹

¹ Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russian Federation;

² St. Petersburg State University's N.I. Pirogov Clinic of High Medical Technologies, Saint-Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Among all the variety of orthopedic pathologies typical for patients with Down syndrome, pathology of the cervical spine, in our opinion, is the most important. Various types of atlantoaxial dislocations can cause significant neurological deficits and decrease patients' quality of life.

OBJECTIVE: To analyze the results of screening examination of patients with Down syndrome for the presence of cervical spine pathology.

MATERIALS AND METHODS: As part of the screening examination, functional radiographs of the cervical spine in the lateral projection of 60 patients with Down syndrome were evaluated. Priorov NMIC will operate from May 2021 to January 2023.

RESULTS: Nine of the 60 patients tested exhibited craniovertebral pathology. Three patients have Os odontoideum of the C2 vertebra. In five patients, different types of rotational atlantoaxial displacements were found, and one patient had hypoplasia of the occipital condyles associated with basilar invagination of the C2 vertebral dentition.

CONCLUSION: The instability of the upper cervical spine is potentially the most dangerous manifestation of orthopedic pathology in Down syndrome. A screening examination with functional cervical spine lateral projection radiographs is recommended for this group of patients.

Keywords: Down syndrome; cervical spine; atlantoaxial dislocation; os odontoideum; craniovertebral region.

To cite this article:

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: <https://doi.org/10.17816/vto568156>

ВВЕДЕНИЕ

Дети с синдромом Дауна являются особой группой пациентов для врачей любого профиля, поскольку для них, как правило, характерно наличие ряда ассоциированных клинических состояний, которые могут иметь широкий спектр проявлений. С точки зрения врача травматолога-ортопеда, данная группа пациентов также заслуживает пристального внимания, поскольку ортопедическая патология присутствует у значительной их части [1].

Большинство ортопедических нарушений связано с мышечной гипотонией, гипермобильностью суставов, слабостью связочного аппарата, а также со снижением минеральной плотности кости [2, 3]. Такие проявления ортопедической патологии, как сколиоз, нестабильность тазобедренного сустава, смещение эпифиза головки бедренной кости, нестабильность надколенника и деформация стопы, наиболее часто встречаются у пациентов с синдромом Дауна [4].

Наряду с данными заболеваниями у трети пациентов с трисомией 21-й хромосомы отмечается та или иная патология краниовертебрального перехода [4]. В 1961 г. R. Spitzer, J.Y. Rabinowitch с соавт. описали атлантоокципитальную дислокацию и гипоплазию атланта при синдроме Дауна [5].

Позднее множеством исследователей было доказано, что атлантоокципитальная и атлантоаксиальная гипермобильность, так же как и аномалии развития позвонков шейного отдела позвоночника, является фактором, predisposing к развитию атлантоокципитальной и атлантоаксиальной нестабильности соответственно [6, 7].

Нестабильность краниовертебрального перехода у пациентов с синдромом Дауна может быть вызвана слабостью поперечной связки атланта, сниженным мышечным тонусом, чрезмерной подвижностью суставов, гипоплазией зубовидного отростка и наличием зубовидной кости [4].

Зубовидная кость, на наш взгляд, является самым опасным проявлением краниовертебральной патологии, поскольку часто сопровождается развитием шейной миелопатии. Соответствующая клиническая манифестация в виде различных проявлений неврологического дефицита в тяжёлых случаях может быть жизнеугрожающей. Всё вышесказанное подтолкнуло нас к проведению скринингового исследования краниовертебральной области у пациентов с синдромом Дауна на базе НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова. В представленной статье описаны алгоритм скринингового обследования шейного отдела позвоночника у детей с синдромом Дауна и его результаты. Также описан клинический случай оперативного лечения пациентки с грубой атлантоаксиальной дислокацией и выраженным неврологическим дефицитом.

Цель исследования — анализ результатов скринингового обследования пациентов с синдромом Дауна на предмет наличия патологии шейного отдела позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Выполнено клиническое моноцентровое наблюдательное открытое когортное исследование.

Условия проведения

Скрининговое обследование шейного отдела позвоночника у детей с синдромом Дауна проходило с мая 2021 по январь 2023 года на базе НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова.

Критерии соответствия

За указанный период обследование прошли 60 пациентов с синдромом Дауна в возрасте от 4 до 17 лет включительно. Средний возраст пациентов — 10,06 года. Распределение по полу: 28 мальчиков и 32 девочки.

Критерии включения:

- генетически подтверждённый синдром Дауна у пациентов вне зависимости от формы;
- возраст пациента от 4 до 17 лет включительно;
- способность пациента самостоятельно сохранять вертикальное положение тела;
- успешное выполнение функциональных рентгенограмм позвоночника в боковой проекции.

Критерии невключения:

- пациенты с иными генетическими синдромами, отличными от синдрома Дауна, либо несиндромальные;
- возраст пациентов младше 4 и старше 17 лет.

Методы оценки целевых показателей

Все пациенты с синдромом Дауна обследовались по строгому алгоритму с применением клинического и лучевого методов обследования. На первом этапе они проходили клинический осмотр с описанием жалоб при их наличии. Проводилась оценка активных и пассивных движений в шейном отделе позвоночника, конечностях; оценка положения головы и оценка неврологического статуса.

При отсутствии у пациентов признаков неврологического дефицита выполнялись функциональные рентгенограммы шейного отдела позвоночника в боковой проекции в положении максимального сгибания, разгибания и в нейтральном положении. Данный метод лучевой диагностики позволяет в полной мере оценить наличие нестабильности в области краниовертебрального перехода, а также косвенно судить о величине стеноза позвоночного канала и аномалиях развития шейного отдела позвоночника [8, 9] (рис. 1).

Пациентам с исходным неврологическим дефицитом или с подозрением на патологию краниовертебральной области, которая требует дальнейшего хирургического вмешательства, выполнялись компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) шейного отдела позвоночника. Целью этих исследований являлись

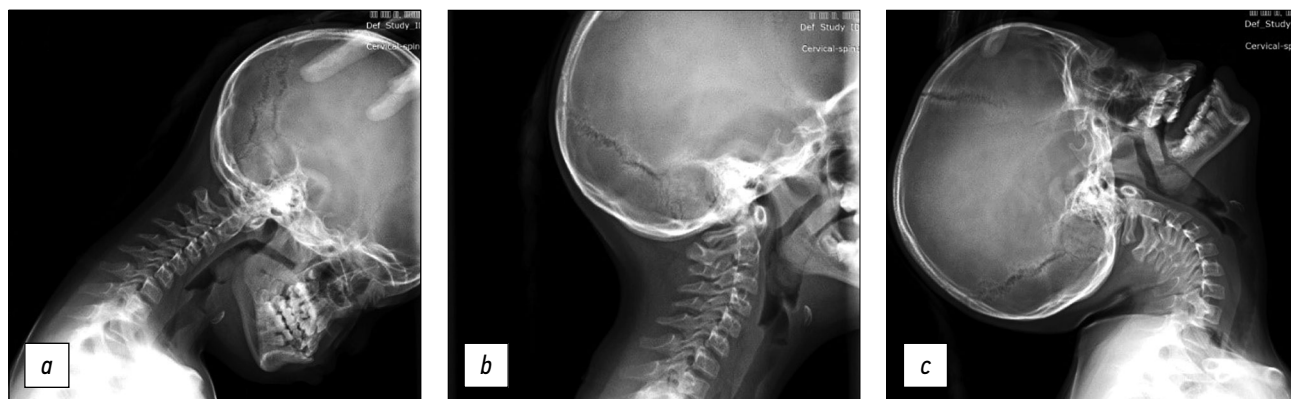


Рис. 1. Функциональная рентгенография шейного отдела позвоночника в боковой проекции: *a* — в положении сгибания, *b* — в нейтральном положении, *c* — в положении разгибания.

Fig. 1. Functional radiography of the cervical spine in lateral projection: *a* — in flexion position, *b* — in neutral position, *c* — in extension position.

более детальное изучение краниовертебральных соотношений и костной патологии, оценка степени стеноза позвоночного канала и наличия миелопатии.

Всем пациентам после проведения клинико-рентгенологического обследования были даны рекомендации по ортопедическому режиму. Пациентам с патологией краниовертебральной области, требующей оперативного лечения, были предложены варианты хирургических декомпрессивно-стабилизирующих операций.

Статистический анализ

Размер выборок предварительно не рассчитывался. Описательная статистика качественных данных — в виде абсолютных (*n*) и относительных (%) частот.

Этическая экспертиза

Все манипуляции, выполненные в исследовании с участием людей, соответствовали стандартам локального этического комитета, а также Хельсинкской декларации 1964 г. и более поздним поправкам к ней или сопоставимым этическим стандартам. Все пациенты (или их представители) подписывали информированное согласие.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Большинство пациентов ($n=47$) поступили без жалоб на опорно-двигательный аппарат с целью исключения патологии краниовертебральной области и получения рекомендаций по возможности занятий активными видами спорта.

Из 60 обследованных детей с синдромом Дауна у 9 человек (15%) присутствовала патология краниовертебральной области, причём 2 из них явились на скрининговое обследование, не предъявляя никаких жалоб.

По результатам обследования были выявлены 5 пациентов с различными видами атлантаксиальных ротационных смещений. У 2 пациентов присутствовали ротационные атлантаксиальные дислокации без клиники

кривошеи, с полным объёмом движений в шейном отделе позвоночника и без угрозы компрессии спинного мозга, соответствующие I типу по классификации Fielding–Hawkins. Этим пациентам было рекомендовано дальнейшее динамическое наблюдение с коррекцией ортопедического режима в виде ограничения осевых нагрузок на шейный отдел позвоночника. У 3 оставшихся пациентов атлантаксиальные дислокации соответствовали II и III типу по классификации Fielding–Hawkins с клиникой кривошеи, значительным ограничением ротации в шейном отделе позвоночника и стенозом позвоночного канала на уровне C1–C2. Этим пациентам было проведено оперативное лечение с вправлением подвывиха позвонка C1 в гало-аппарате и дальнейшей стабилизацией C1–C2 винтовой системой по методике Harms. Осложнений не было отмечено. В послеоперационном периоде у всех пациентов положение головы было нейтральным.

Были выявлены 3 пациента с зубовидной костью второго шейного позвонка. Все пациенты с зубовидной костью имели выраженный неврологический дефицит: Frankel A — 1 пациент, Frankel C — 2 пациента. Этой группе пациентов были выполнены декомпрессивно-стабилизирующие операции с интраоперационным восстановлением краниовертебральных соотношений с помощью гало-тракции и дорсальной стабилизацией металлоконструкцией. У 2 пациентов выполнялся окципитоспондилодез C0–C2 с использованием индивидуальной окципитальной пластины и направителей для проведения винтов в позвонок C2. У 1 пациента — фиксация C1–C2 винтами по методике Harms с использованием 3D-модели краниовертебральной области с визуализацией сосудов и спинного мозга и направителей для проведения винтов в позвонки C1 и C2. Осложнений отмечено не было. В послеоперационном периоде у всех пациентов отмечалась положительная динамика в виде уменьшения степени проявления неврологического дефицита: Frankel A — до B, Frankel C — до D и E.

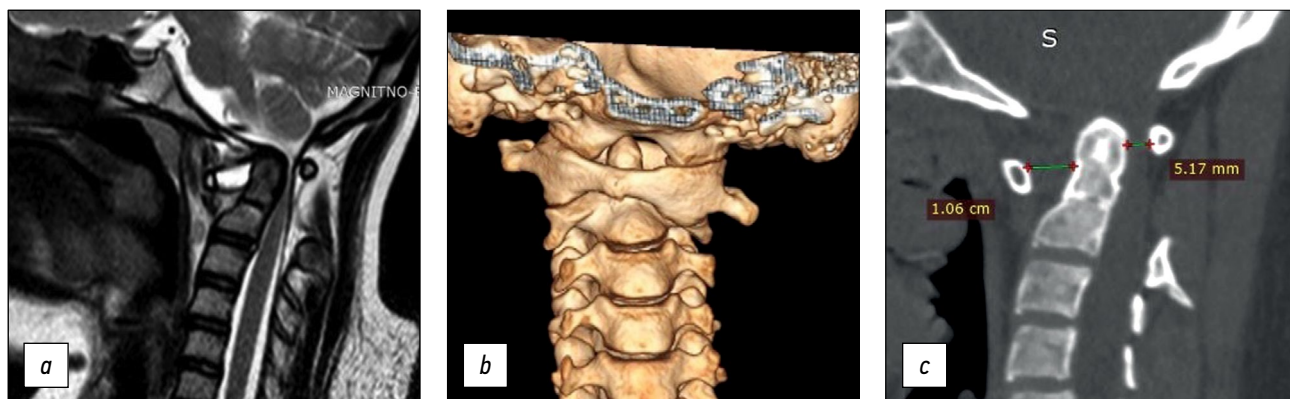


Рис. 2. Данные инструментальных методов обследования: *a* — МРТ-картина транслигаментозного подвывиха со стенозом позвоночного канала и миелопатией на уровне С1-С2, *b* — 3D-реконструкция КТ, *c* — КТ шейного отдела позвоночника, сагиттальный срез с визуализацией нарушенных краниовертебральных соотношений. МРТ — магнитно-резонансная томография, КТ — компьютерная томография.

Fig. 2. Instrumental methods of examination: *a* — MRI picture of transligamentous subluxation with spinal canal stenosis and myelopathy at the level of C1-C2, *b* — 3D CT reconstruction, *c* — CT scan of the cervical spine, sagittal slice with visualization of disturbed craniovertebral relations. MRI — magnetic resonance imaging, CT — computed tomography.

У 1 пациентки после выполнения рентгенографии, КТ и МРТ шейного отдела позвоночника была выявлена гипоплазия мыщелков затылочной кости в сочетании с базиллярной инвагинацией зуба второго шейного позвонка. У ребёнка отмечался исходный неврологический дефицит Frankel C. Было предложено оперативное лечение, однако родители пациентки отказались от его проведения.

Клинический пример

Пациентка, 14 лет, поступила на скрининговое обследование шейного отдела позвоночника у лиц с синдромом Дауна с жалобами на прогрессирующую слабость в верхних и нижних конечностях, вынужденное положение головы с ротацией вправо в течение последних 3 месяцев.

Пациентке были выполнены КТ и МРТ шейного отдела позвоночника, по результатам которых был выставлен диагноз: синдром Дауна; ротационное атлантоаксиальное блокирование; левосторонний застарелый транслигаментозный подвывих позвонка С1 со стенозом позвоночного канала (Fielding–Hawkins, тип II); шейная миелопатия; глубокий тетрапарез (группа С по Frankel) (рис. 2).

При визуализации КТ были выявлены грубые нарушения краниовертебральных соотношений: щель сустава Крювелье (ADI) — 1,06 см, величина резервного пространства для спинного мозга на уровне С1 (SAC C1) — 5,17 мм. Данные изменения указывают на грубый стеноз позвоночного канала. Также было отмечено формирование костного блока в области левого латерального атлантоаксиального сустава (рис. 3)

С учётом грубой атлантоаксиальной дислокации со стенозом позвоночного канала и компрессией спинного мозга, а также наличием костного блока в области левого латерального атлантоаксиального сустава было принято решение о вправлении подвывиха позвонка С1

в условиях интраоперационной гало-тракции с выполнением релиза левого латерального атлантоаксиального сустава. Для повышения качества предоперационного планирования и снижения рисков повреждения *a. vertebralis* при релизе латерального атлантоаксиального сустава пациентке были выполнены КТ-, миело- и ангиография шейного отдела позвоночника (рис. 4).

Было принято решение об изготовлении для пациентки индивидуальной 3D-модели краниовертебральной области с отображением позвоночных артерий и спинного мозга на основе КТ-миелографии и КТ-ангиографии (рис. 5).

Пациентке было выполнено оперативное лечение в следующем объёме: релиз левого латерального атлантоаксиального сустава из дорсального доступа; вправление подвывиха позвонка С1 в условиях интраоперационной гало-тракции; непрямая декомпрессия спинного мозга на уровне С1-С2; дорсальная фиксация С1-С2 металлоконструкцией методом Harms.

Осуществлено полное вправление подвывиха позвонка С1 с восстановлением всех краниовертебральных

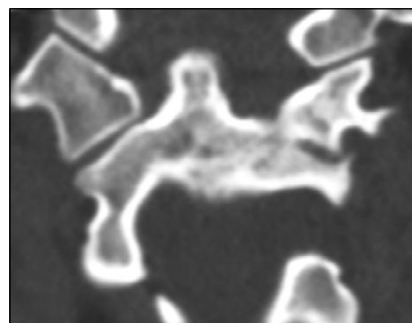


Рис. 3. Костное сращение в области левого бокового атлантоаксиального сустава.

Fig. 3. Bone fusion in the region of the left lateral atlantoaxial joint.

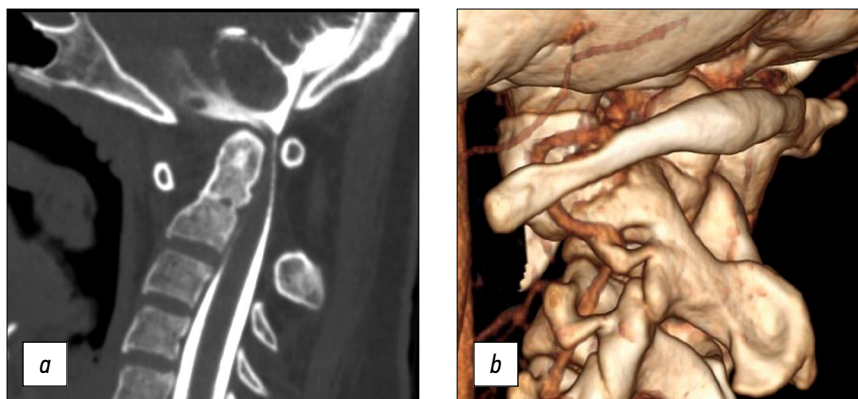


Рис. 4. Данные КТ-миело- и ангиографии: *a* — сагиттальный срез КТ-миелографии, *b* — 3D-реконструкция КТ-ангиографии. КТ — компьютерная томография.

Fig. 4. CT myelography and angiography: *a* — sagittal slice of CT myelography, *b* — 3D reconstruction of CT angiography. CT — computed tomography.

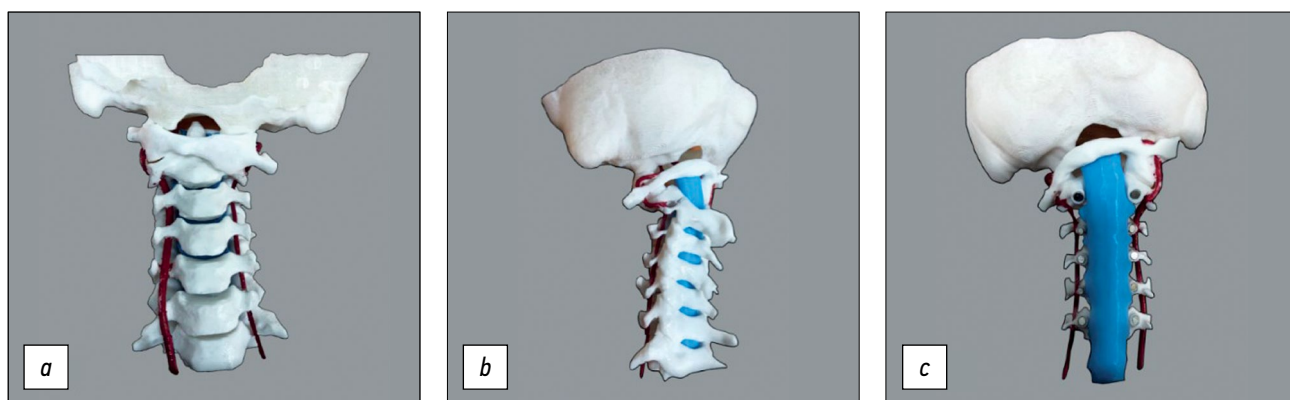


Рис. 5. 3D-модель шейного отдела позвоночника пациентки с визуализацией а. vertebralis и спинного мозга: *a* — вид спереди, *b* — вид сбоку, *c* — вид сзади с удалёнными дугами шейных позвонков.

Fig. 5. 3D model of the patient's cervical spine with visualization of the a. vertebralis and spinal cord: *a* — anterior view, *b* — lateral view, *c* — posterior view with the cervical vertebral arches removed.

соотношений: ADI — 2,82 мм, SAC C1 — 1,72 см. Стеноз позвоночного канала на уровне C1-C2 устранён полностью. Положение фиксирующих элементов корректное (рис. 6).

В раннем послеоперационном периоде у пациентки отмечалась положительная динамика в неврологическом статусе в виде увеличения мышечной силы в верхних конечностях. Рана зажила первичным натяжением.

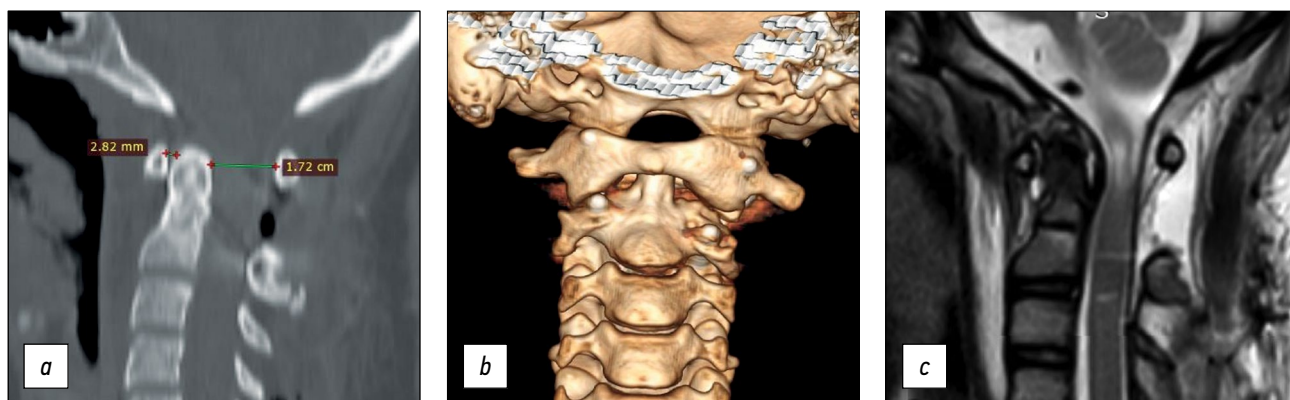


Рис. 6. Данные лучевых методов обследования после операции: *a* — сагиттальный срез КТ, *b* — 3D-реконструкция КТ шейного отдела, *c* — сагиттальный срез МРТ с устранением стеноза позвоночного канала и остаточными явлениями миелопатии. КТ — компьютерная томография, МРТ — магнитно-резонансная томография.

Fig. 6. Postoperative radiology examination: *a* — CT sagittal slice, *b* — 3D reconstruction of cervical CT, *c* — MRI sagittal slice with elimination of spinal canal stenosis and residual myelopathy. CT — computed tomography, MRI — magnetic resonance imaging.

Осложнений не было. На 7-е сутки пациентка в удовлетворительном состоянии была выписана на амбулаторный контроль.

В течение периода наблюдения, равного 6 месяцам, у пациентки отмечалась явная положительная динамика в неврологическом статусе в виде уменьшения проявлений шейной миелопатии, тетрапареза. Пациентка стала самостоятельно ходить. Мышечная сила в верхних конечностях восстановилась полностью. Сохраняется легкий спастический нижний парапарез 4 б. (по Frankel: до операции — группа С, через 6 месяцев после операции — группа Е).

ОБСУЖДЕНИЕ

У значительной части пациентов с синдромом Дауна различные варианты патологии краниовертебральной области могут длительное время или даже всю жизнь носить асимптоматический характер [8]. Отчасти именно поэтому мы рекомендуем проходить скрининговое обследование всем пациентам с синдромом Дауна, поскольку нестабильные пороки краниоцервикального перехода часто являются случайной рентгенологической находкой или проявляются манифестацией неврологической симптоматики. Таким образом, даже бессимптомные потенциально нестабильные пороки, такие как аплазия зубо-видного отростка и зубовидная кость, могут потребовать профилактической инструментальной стабилизации [10].

Болевой синдром и деформация шеи, по данным современной литературы, встречаются в 40% случаев подтвержденной патологии верхнешейного отдела позвоночника. Наиболее часто у пациентов присутствует болевой синдром в области шеи и затылка. Боль может значительно усиливаться при осевой нагрузке [11, 12]. Также распространённым признаком является вынужденная установка головы с наклоном вправо или влево. Этот симптом обычно указывает на наличие той или иной ротационной атлантоаксиальной дислокации [13].

Неврологический дефицит у пациентов с краниовертебральной патологией встречается достаточно часто, и его наличие, как правило, зависит от конкретной нозологии. Установлено, что частота развития неврологического дефицита при зубовидной кости стремится к 80%. Однако ротационные атлантоаксиальные смещения, особенно сочетающиеся с переднезадними дислокациями, также являются опасными с точки зрения возникновения стеноза позвоночного канала и, как следствие, развития миелопатии. Развивающаяся миелопатия на уровне шейного отдела позвоночника начинает проявлять себя слабостью в верхних конечностях, а при длительной компрессии спинного мозга возникают нарушение походки и слабость в нижних конечностях. В самых неблагоприятных ситуациях развивается клиника глубокого тетрапареза либо тетраплегии с полной утратой возможности активных движений [8, 14].

Исходя из вышесказанного, врачам травматологам-ортопедам следует обращать пристальное внимание на жалобы родителей детей с синдромом Дауна, отражающие изменения в привычном поведении ребёнка. Необоснованная общая слабость, нарушения походки, частые спотыкания и падения могут быть грозными предвестниками развития шейной миелопатии.

Видимые глазу нарушения, такие как вынужденное положение головы, ограничение движений в шейном отделе позвоночника и боли в этой области, также должны отмечаться как родителями, так и врачами травматологами-ортопедами.

Таким образом, на наш взгляд, скрининговое обследование пациентов с синдромом Дауна на предмет наличия патологии шейного отдела позвоночника может явиться важным инструментом в практике врача травматолога-ортопеда, поскольку позволяет достоверно убедиться в отсутствии либо наличии той или иной патологии шейного отдела позвоночника у этой когорты пациентов.

Выполнения функциональной рентгенографии шейного отдела позвоночника в боковой проекции может быть достаточно для визуализации выраженных атлантоаксиальных смещений.

Важно отметить, что если у ребёнка при клиническом осмотре определяется явный неврологический дефицит, то проведение функциональной рентгенографии шейного отдела позвоночника может быть опасно с точки зрения усугубления неврологического дефицита. В этом случае необходимо отказаться от данного метода в пользу КТ и МРТ шейного отдела позвоночника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Примерно у 20% от общего числа пациентов с синдромом Дауна присутствуют те или иные патологии костно-мышечной системы [1].

Не вызывает сомнения тот факт, что нестабильность верхнего шейного отдела позвоночника — потенциально самое опасное ортопедическое проявление синдрома Дауна, способное вызвать множество неврологических симптомов и нести угрозу жизни. Около 1,3–3% пациентов с синдромом Дауна имеют зубовидную кость, которая может являться причиной нестабильности верхнего шейного отдела позвоночника [4, 15, 16].

Вместе с тем у детей с синдромом Дауна часто встречаются и различные варианты дислокаций, обусловленные несовершенством связочного аппарата, стабилизирующего атлантоаксиальный комплекс [17]. Следовательно, пациентам данной категории рекомендовано прохождение комплексного скринингового обследования, включающего функциональную рентгенографию шейного отдела позвоночника, а при обнаружении той или иной патологии краниоцервикального перехода — КТ- и МРТ-исследование для оценки возможной компрессии спинного мозга и определения дальнейшей тактики лечения [13, 17].

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: В.А. Шаров — написание текста статьи, сбор и анализ литературных источников; А.А. Кулешов, А.В. Губин — редактирование и написание текста статьи; М.С. Ветрилэ, И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров — редактирование текста статьи.

Источник финансирования. Не указан.

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

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов или их представителей на публикацию медицинских данных и фотографий.

ADDITIONAL INFO

Author's contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. V.A. Sharov — writing the text of the article, collection and analysis of literary sources; A.A. Kuleshov, A.V. Gubin — editing and writing the text of the article; M.S. Vetrile, I.N. Lisyansky, S.N. Makarov — editing the text of the article.

Funding source. Not specified.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Caird M.S., Wills B.P., Dormans J.P. Down syndrome in children: the role of the orthopaedic surgeon // *J Am Acad Orthop Surg*. 2006. Vol. 14, № 11. P. 610–9. doi: 10.5435/00124635-200610000-00003
- Carfi A., Liperoti R., Fusco D., Giovannini S., Brandi V., Vetrano D.L., Meloni E., Mascia D., Villani E.R., Manes Gravina E., Bernabei R., Onder G. Bone mineral density in adults with Down syndrome // *Osteoporos Int*. 2017. Vol. 28, № 10. P. 2929–2934. doi: 10.1007/s00198-017-4133-x
- McKelvey K.D., Fowler T.W., Akel N.S., Kelsay J.A., Gaddy D., Wenger G.R., Suva L.J. Low bone turnover and low bone density in a cohort of adults with Down syndrome // *Osteoporos Int*. 2013. Vol. 24, № 4. P. 1333–8. doi: 10.1007/s00198-012-2109-4
- Sergeenko O.M., Dyachkov K.A., Ryabykh S.O., Burtsev A.V., Gubin A.V. Atlantoaxial dislocation due to os odontoideum in patients with Down's syndrome: literature review and case reports // *Childs Nerv Syst*. 2020. Vol. 36, № 1. P. 19–26. doi: 10.1007/s00381-019-04401-y
- Spitzer R., Rabinowitch J.Y., Wybar K.C. A Study of the Abnormalities of the Skull, Teeth and Lenses in Mongolism // *Can Med Assoc J*. 1961. Vol. 84, № 11. P. 567–72.
- Луцик А.А., Раткин И.К., Никитин М.Н. Краниовертебральные повреждения и заболевания: монография. Новосибирск: Издатель, 1998. 551 с.
- Caird M.S., Wills B.P., Dormans J.P. Down syndrome in children: the role of the orthopaedic surgeon // *J Am Acad Orthop Surg*. 2006. Vol. 14, № 11. P. 610–9. doi: 10.5435/00124635-200610000-00003
- Arvin B., Fournier-Gosselin M.P., Fehlings M.G. Os odontoideum: etiology and surgical management // *Neurosurgery*. 2010. Vol. 66, № 3 (Suppl). P. 22–31. doi: 10.1227/01.NEU.0000366113.15248.07
- Khusainov N.O., Vissarionov S.V., Kokushin D.N. Craniocervical instability in children with Down's syndrome // *Pediatric Traumatology Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2016. Vol. 4, № 3. P. 71. doi: 10.17816/PTORS4371-77
- Кулешов А.А., Шкарубо А.Н., Громов И.С., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Чернов И.В., Митрофанова Е.В., Пономаренко Г.П. Хирургическое лечение неопухольевых заболеваний краниовертебральной области // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018. Т. 25, № 1. С. 36–41. doi: 10.17816/vto201825136-41
- Klimo P.Jr, Coon V., Brockmeyer D. Incidental os odontoideum: current management strategies // *Neurosurg Focus*. 2011. Vol. 31, № 6. P. E10. doi: 10.3171/2011.9
- Rowland L.P., Shapiro J.H., Jacobson H.G. Neurological syndromes associated with congenital absence of the odontoid process // *AMA Arch Neurol Psychiatry*. 1958. Vol. 80, № 3. P. 286–91. doi: 10.1001/archneurpsyc.1958.02340090022002
- Губин А.В., Ульрих Э.В. Синдромальный подход к ведению детей с пороками развития шейного отдела позвоночника // *Хирургия позвоночника*. 2010. № 3. С. 14–19. doi: 10.14531/ss2010.3.14-19
- McGoldrick J.M., Marx J.A. Traumatic central cord syndrome in a patient with Os odontoideum // *Ann Emerg Med*. 1989. Vol. 18, № 12. P. 1358–61. doi: 10.1016/s0196-0644(89)80276-8
- French H.G., Burke S.W., Roberts J.M., Johnston C.E. II, Whitecloud T., Edmunds J.O. Upper cervical ossicles in Down syndrome // *J Pediatr Orthop*. 1987. Vol. 7, № 1. P. 69–71. doi: 10.1097/01241398-198701000-00014
- Cros T., Linares R., Castro A., Mansilla F. Estudio radiológico de las alteraciones cervicales en el síndrome de Down. Nuevos hallazgos mediante tomografía computarizada y reconstrucciones tridimensionales // *Rev Neurol*. 2000. Vol. 30, № 12. P. 1101–7.
- Hengartner A.C., Whelan R., Maj R., Wolter-Warmerdam K., Hickey F., Hankinson T.C. Evaluation of 2011 AAP cervical spine screening guidelines for children with Down Syndrome // *Childs Nerv Syst*. 2020. Vol. 36, № 11. P. 2609–2614. doi: 10.1007/s00381-020-04855-5

REFERENCES

1. Caird MS, Wills BP, Dormans JP. Down syndrome in children: the role of the orthopaedic surgeon. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(11):610–9. doi: 10.5435/00124635-200610000-00003
2. Carfi A, Liperoti R, Fusco D, Giovannini S, Brandi V, Vetrano DL, Meloni E, Mascia D, Villani ER, Manes Gravina E, Bernabei R, Onder G. Bone mineral density in adults with Down syndrome. *Osteoporos Int.* 2017;28(10):2929–2934. doi: 10.1007/s00198-017-4133-x
3. McKelvey KD, Fowler TW, Akel NS, Kelsay JA, Gaddy D, Wenger GR, Suva LJ. Low bone turnover and low bone density in a cohort of adults with Down syndrome. *Osteoporos Int.* 2013;24(4):1333–8. doi: 10.1007/s00198-012-2109-4
4. 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(1):19–26. doi: 10.1007/s00381-019-04401-y
5. Spitzer R, Rabinowitch JY, Wybar KC. A Study of the Abnormalities of the Skull, Teeth and Lenses in Mongolism. *Can Med Assoc J.* 1961;84(11):567–72.
6. Lutsik AA, Ratkin IK, Nikitin MN. *Kraniovertebral'nye povrezhdeniya i zabolevaniya: monografiya.* Novosibirsk: Izdatel'; 1998. 551 p. (In Russ).
7. Caird MS, Wills BP, Dormans JP. Down syndrome in children: the role of the orthopaedic surgeon. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(11):610–9. doi: 10.5435/00124635-200610000-00003
8. Arvin B, Fournier-Gosselin MP, Fehlings MG. Os odontoideum: etiology and surgical management. *Neurosurgery.* 2010;66(3 Suppl):22–31. doi: 10.1227/01.NEU.0000366113.15248.07
9. Khusainov N, Vissarionov SV, Kokushin D. Craniocervical instability in children with Down's syndrome. *Pediatric Traumatology Orthopaedics and Reconstructive Surgery.* 2016;4(3):71. doi: 10.17816/PTORS4371-77
10. Kuleshov AA, Shkarubo AN, Gromov IS, Vetrile MS, Lisyanskiy IN, Makarov SN, Chernov IV, Mitrofanova EV, Ponomarenko GP. Surgical treatment for nontumorous diseases of craniovertebral region. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2018;25(1):36–41. (In Russ). doi: 10.17816/vto201825136-41
11. Klimo PJr, Coon V, Brockmeyer D. Incidental os odontoideum: current management strategies. *Neurosurg Focus.* 2011;31(6):E10. doi: 10.3171/2011.9
12. Rowland LP, Shapiro JH, Jacobson HG. Neurological syndromes associated with congenital absence of the odontoid process. *AMA Arch Neurol Psychiatry.* 1958;80(3):286–91. doi: 10.1001/archneurpsyc.1958.02340090022002
13. Gubin AV, Ul'rih EV. Sindromal'nyj podhod k vedeniyu detej s porokami razvitiya shejnogo otdela pozvonochnika. *Hirurgiya pozvonochnika.* 2010;(3):14–19. (In Russ). doi: 10.14531/ss2010.3.14-19
14. McGoldrick JM, Marx JA. Traumatic central cord syndrome in a patient with Os odontoideum. *Ann Emerg Med.* 1989;18(12):1358–61. doi: 10.1016/s0196-0644(89)80276-8
15. French HG, Burke SW, Roberts JM, Johnston CE II, Whitecloud T, Edmunds JO. Upper cervical ossicles in Down syndrome. *J Pediatr Orthop.* 1987;7(1):69–71. doi: 10.1097/01241398-198701000-00014
16. Cros T, Linares R, Castro A, Mansilla F. Estudio radiológico de las alteraciones cervicales en el síndrome de Down. Nuevos hallazgos mediante tomografía computarizada y reconstrucciones tridimensionales. *Rev Neurol.* 2000;30(12):1101–7. (In Spanish).
17. Hengartner AC, Whelan R, Maj R, Wolter-Warmerdam K, Hickey F, Hankinson TC. Evaluation of 2011 AAP cervical spine screening guidelines for children with Down Syndrome. *Childs Nerv Syst.* 2020;36(11):2609–2614. doi: 10.1007/s00381-020-04855-5

ОБ АВТОРАХ

* Шаров Владислав Андреевич,
врач травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;
ORCID: 0000-0002-0801-0639;
eLibrary SPIN: 8062-9216;
e-mail: sharov.vlad397@gmail.com

Кулешов Александр Алексеевич, д.м.н.;
ORCID: 0000-0002-9526-8274;
eLibrary SPIN: 7052-0220;
e-mail: cito-spine@mail.ru

Губин Александр Вадимович, д.м.н.;
ORCID: 0000-0003-3234-8936;
eLibrary SPIN: 2014-6518;
e-mail: shugu19@gubin.spb.ru

Ветрилэ Марчел Степанович, к.м.н.;
ORCID: 0000-0001-6689-5220;
eLibrary SPIN: 9690-5117;
e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

AUTHORS' INFO

* Vladislav A. Sharov,
traumatologist-orthopedist;
address: 10 Priorova str., 127299, Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-0801-0639;
eLibrary SPIN: 8062-9216;
e-mail: sharov.vlad397@gmail.com

Alexander A. Kuleshov, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-9526-8274;
eLibrary SPIN: 7052-0220;
e-mail: cito-spine@mail.ru

Alexander V. Gubin, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0003-3234-8936;
eLibrary SPIN: 2014-6518;
e-mail: shugu19@gubin.spb.ru

Marchel S. Vetrile, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0001-6689-5220;
eLibrary SPIN: 9690-5117;
e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Лисянский Игорь Николаевич, к.м.н.;

ORCID: 0000-0002-2479-4381;

eLibrary SPIN: 9845-1251;

e-mail: lisigornik@list.ru

Макаров Сергей Николаевич, к.м.н.;

ORCID: 0000-0003-0406-1997;

eLibrary SPIN: 2767-2429;

e-mail: moscow.makarov@gmail.com

Igor N. Lisyansky, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0002-2479-4381;

eLibrary SPIN: 9845-1251;

e-mail: lisigornik@list.ru

Sergey N. Makarov, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: 0000-0003-0406-1997;

eLibrary SPIN: 2767-2429;

e-mail: moscow.makarov@gmail.com