



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Обзорная статья  
УДК 616.711.1-007.271-073.7  
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-2-28-41>

# Лучевая диагностика дегенеративных стенозов позвоночного канала на шейном уровне (обзор литературы)

Вероника Сергеевна Петрова<sup>1</sup>, Павел Владимирович Селиверстов<sup>2</sup>,  
Владимир Алексеевич Сороковиков<sup>3</sup>, Сергей Николаевич Ларионов<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Минобрнауки России, Иркутск, Россия

<sup>1</sup> ГБУЗ «Иркутская ордена "Знак почета" областная клиническая больница» Минздрава России, Иркутск, Россия

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0009-3711-7513>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9189-3323>

Автор, ответственный за переписку: Вероника Сергеевна Петрова, [niksa\\_85@mail.ru](mailto:niksa_85@mail.ru)

### Аннотация

**Цель исследования.** Осветить историю развития и современное состояние лучевой диагностики при стенозах позвоночного канала на шейном уровне на основе анализа отечественных и зарубежных публикаций, размещенных в базах данных в открытом доступе.

**Материалы и методы.** Поиск и отбор публикаций проводился на основе интернет-ресурсов eLibrary и PubMed в период с 2019 по 2024 г.

**Результаты.** В представленном обзоре литературы проанализированы публикации с данными исследований морфометрических характеристик стеноза позвоночного канала, причин развития стеноза, его осложнений и клинических проявлений, биохимии процесса дегенерации, этиопатогенетические характеристики в зависимости от врожденных особенностей позвоночного канала.

**Выводы.** Несмотря на достаточное количество публикаций, отсутствует единый подход к методике количественной оценки степени стеноза. Визуализационные методы диагностики должны использоваться в различных сочетаниях, взаимодополняя полученную информацию для выбора оптимального метода лечения.

**Ключевые слова:** лучевая диагностика дегенеративных стенозов позвоночного канала, шейный отдел позвоночника, миелопатия

© Петрова В. С., Селиверстов П. В., Сороковиков В. А., Ларионов С. Н., 2025

**Для цитирования:** Петрова В. С., Селиверстов П. В., Сороковиков В. А., Ларионов С. Н. Лучевая диагностика дегенеративных стенозов позвоночного канала на шейном уровне (обзор литературы) // Радиология – практика. 2025;2:28-41. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-2-28-41>

#### **Источники финансирования**

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

#### **Соответствие принципам этики**

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

## **ORIGINAL RESEARCH**

Review article

# **X-ray Diagnostics of Degenerative Spinal Canal Stenosis at the Cervical Level (Literature Review)**

**Veronika S. Petrova<sup>1</sup>, Pavel V. Seliverstov<sup>2</sup>, Vladimir A. Sorokovikov<sup>3</sup>,  
Sergey N. Larionov<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia

<sup>1</sup> Irkutsk regional clinical hospital, winner of the «Mark of the Honor» award Ministry of Health of Russia, Irkutsk, Russia

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0009-3711-7513>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9189-3323>

Corresponding author: Veronika S. Petrova, [niksa\\_85@mail.ru](mailto:niksa_85@mail.ru)

#### **Abstract**

**Objective.** To highlight the history of development and the current state of radiation diagnostics for spinal canal stenosis at the cervical level based on the analysis of domestic and foreign publications published in open access databases.

**Materials and Methods.** The search and selection of publications was carried out on the basis of the online resources eLibrary and PubMed in the period from 2019 to 2024.

**Results.** The presented literature review analyzes publications with research data on the morphometric characteristics of spinal canal stenosis, the causes of stenosis, its complications and clinical manifestations, the biochemistry of the degeneration process, and etiopathogenetic characteristics depending on the innate features of the spinal canal.

**Conclusion.** Despite a sufficient number of publications, there is no unified approach to the method of quantitative assessment of the degree of stenosis. Imaging diagnostic methods should be used in various combinations, complementing the information obtained to select the optimal treatment method

**Keywords:** X-ray Diagnostics of Degenerative Spinal Stenosis, Cervical Spine, Myelopathy

**For citation:** Petrova V. S., Seliverstov P. V., Sorokovikov V. A., Larionov S. N. X-ray Diagnostics of Degenerative Spinal Canal Stenosis at the Cervical Level (Literature Review). *Radiology – Practice*. 2025;2:28-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-2-28-41>

### Funding

The study was not funded by any sources.

### Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

### Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

## Актуальность

Дегенеративные стенозы позвоночного канала на уровне шейного отдела являются неуклонно прогрессирующей патологией в популяции с возрастающей распространенностью. В структуре заболеваемости среди взрослого населения дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника составляют 48–52 % и занимают ведущее положение по количеству дней нетрудоспособности. У пациентов с инвалидностью на фоне заболеваний периферической нервной системы в 50,0 % случаев наблюдаются поражения позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) на различных уровнях [9]. Начальные из-

менения начинают диагностироваться с 15–19 лет (2,6 случая на 1000). К 30 годам число выявленных случаев возрастает до 1,1 %, а к 59 годам до 82,5 % населения [7]. Ввиду бессимптомного начала заболевания пик диагностики происходит уже при наличии клинических проявлений, в первую очередь в виде болевого синдрома. При длительно развивающемся процессе формируется стеноз позвоночного канала; частота выявления — 4,9 % у взрослого населения, 6,8 % — в возрасте 50 лет и старше, и 9 % — у населения старше 70 лет [4]. Среди причин инвалидизации патология шейного отдела позвоночника занимает четвертое место с годовым

показателем распространенности более 30,0 % [9].

Рентгенологические признаки дегенерации обнаруживаются более чем у 50 % людей среднего возраста, при этом признаки миелопатии встречаются в 5–10 % случаев [7]. По данным разных источников, в оперативном лечении нуждаются от 5,0 до 33,0 %. Ввиду поздней диагностики отмечается достаточно высокий процент последующей инвалидизации, нередко у лиц трудоспособного возраста.

По данным Smith S. S. et al. (2020), проанализировавших международные публикации, частота встречаемости стеноза позвоночного канала составляет 24,2 % в здоровой популяции. У пациентов с нетравматическим тетрапарезом стенозы выявлялись до 80,0 %. Также авторы отмечают, что данные результаты основаны на ограниченных данных [20].

**Цель исследования:** совершенствование лучевой диагностики дегенеративных стенозов позвоночного канала на шейном уровне путем изучения современных публикаций, посвященных вопросам диагностики патологического процесса и его осложнений.

## Обзор литературы

Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника — широкая группа изменений, затрагивающих тела позвонков и их отростки, межпозвоночные диски и капсульно-связочный аппарат. К данной группе изменений относятся: формирование краевых остеофитов (спондилез) и диск-остеофитных комплексов (костно-хрящевых узлов), протрузии и грыжи межпозвоночных дисков, гипертрофия и оссификация связок (продольных и желтых), артрозы на уровне унковертебральных и дугоотростчатых суставов. Основными осложнениями являются стенозы позвоночного канала и межпозвоночных отверстий. Формирование стенозов приводит к появлению корешковой симптоматики и

появлению очагов миелопатии. Миелопатические изменения влекут за собой инвалидизацию [19].

Первые упоминания стеноза позвоночного канала датированы 1803 г. французским медиком Potal A. у пациентов со сколиозом. В 1977 г. Verbiest H. дифференцирует понятия абсолютного и относительного стеноза позвоночного канала, трактуя первый как компрессию содержимого канала извне патологически измененными структурами. Относительный же стеноз определяется как анатомически узкий позвоночный канал, где неврологические нарушения появляются при незначительных компрессиях. Впоследствии дополнительно выделено понятие динамического стеноза, когда комплексы дегенеративных изменений (грыжи, остеофиты, гипертрофированные связки) вызывают клинические проявления при сгибании и разгибании [13].

Формирование костно-хрящевых узлов (КХУ) является причиной более половины случаев шейной миелопатии и является наиболее распространенной причиной дисфункции спинного мозга у пациентов старше 55 лет. В последние годы отмечается тенденция к снижению возраста манифестации заболевания до 30 лет, что чаще наблюдается на фоне сколиозов и хронической микротравматизации.

В патогенезе формирования КХУ немаловажную роль играют факты обызвествления задней продольной связки (ЗПС). Первое описание случая оссификации ЗПС датированы 1938 г. Key S. A. Впоследствии, в 1960 г., данная патология была детально охарактеризована Tsukimoto H. по аутопсийным кейсам. По их данным, оссификация ЗПС чаще встречается в возрастной группе после 60 лет, в 70 % случаев происходит в цервикальном отделе с преимущественной локализацией на уровнях C5-C6 и C6-C7. Нередко ввиду клинически скрытого начала заболева-

ние диагностируется на поздних стадиях, в моменты, когда уже формируются очаги миелопатии [5, 23].

Миелопатия является органическим поражением ткани спинного мозга, развивающаяся как исход компрессии, влекущей за собой нарушения микроциркуляции, фактически представляя собой очаг глиоза. Причины компрессии спинного мозга различны: начиная от опухолевого поражения со сдавлением извне (метастатическое поражение тел позвонков и их отростков, плазмцитомы на фоне миеломной болезни) до травматического поражения структур позвоночного столба. При этом наиболее частой причиной являются различные дегенеративные процессы (Maetzawa Y., 2001) [4].

Рентгенологические признаки спондилеза определяются более чем у 50 % лиц среднего возраста, признаки миелопатии выявляются в 5–10 % случаев [6]. К клиническим проявлениям миелопатии на шейном уровне относятся сенсорные расстройства — боль, онемение или парестезии в конечностях, а также двигательные нарушения — мышечная слабость, невозможность удерживать предметы, нарушение мелкой моторики, на поздних стадиях спастичность.

Вовлечение дугоотростчатых суставов в процесс дегенерации дополнительно приводит к сужению межпозвонковых отверстий и, как следствие, компрессии корешков спинномозговых нервов с высокой долей возникновения симптомов радикулопатии. Наиболее частые уровни поражения в шейном отделе — С5-С6 и С6-С7 по причине большего объема движения в данных сегментах. При стенозах канала более 60 % очаги миелопатии развиваются практически у 100 % пациентов [19].

Патоморфологически миелопатия характеризуется атрофией переднего рога и разрушением нейронов в сером веществе, сопровождающейся образованием зон опустошения по типу гли-

оза. Напротив, в белом веществе могут встречаться демиелинизация, некроз, бледность миелина и атрофия. В результате естественного старения позвоночника в межпозвонковых дисках происходят такие биохимические изменения, как уменьшение содержания хондроитин-4-сульфата, хондроитин-6-сульфата и кератансульфата, являющихся первостепенными гликозаминогликанами (ГАГ) в диске людей молодого возраста. Одна из базисных функций ГАГ — это привлечение осмотически активных катионов, которые активизируют процесс диффундирования молекул воды и способствуют набуханию [15].

За счет гипергидрирования матрикс приобретает способность к сопротивляемости силам сжатия, что является его амортизирующей функцией. Изменения содержания ГАГ, а также количества и качества белков в диске в период старения уменьшают количество воды внутри диска. Вслед за изменениями химического состава, фактически являющегося дегидратацией, изменяется и физическая структура в виде разволокнения и нарушения целостности фиброзного кольца. Между волокнами фиброзного кольца формируются щели с накоплением в них липофусцина. Объем пульпозного ядра уменьшается, нередко с последующей его кальцификацией [6].

В формировании стенозов играют роль дегенеративные унковертебральные и дугоотростчатые артрозы, когда на фоне дегенеративных изменений и хронической микротравматизации суставного хряща происходит склероз замыкательных пластинок с формированием краевых остеофитов для увеличения площади опоры на поврежденный хрящ. Остеофиты, выступая в просвет межпозвонкового отверстия, уменьшают площадь сечения межпозвонкового отверстия (фораминальный стеноз) и могут сдавливать корешки спинномозговых нервов. На фоне деформации головок суставных отростков происходит

деформация заднебоковых контуров позвоночного канала, что дополнительно усугубляет формирование стеноза позвоночного канала. При унковертебральных артрозах процесс наиболее часто приводит к формированию фораминальных стенозов [12].

Для оценки возможного стеноза позвоночного канала всегда учитываются анатомические варианты его развития. Одним из главных оцениваемых параметров считается сагиттальный размер позвоночного канала. Так, рядом исследователей (Wolf B. S. et al., 1956; Коломойцева И. П. и соавт., 1965; Сидорова Т. Г. и соавт., 1968; Epstein N. E. et al., 1994; Mamelak A. N. et al., 1994) отмечается, что при сагиттальном размере 10 мм вероятность развития клиники стеноза позвоночного канала значительно выше. В случаях, когда сагиттальный размер 13 мм и более, данный риск минимизирован. Также, по данным разных авторов, нормальный размер костного позвоночного канала на субаксиальном уровне в сагиттальной плоскости колеблется от 14 до 17 мм, относительным стенозом считается сужение до 10 мм, абсолютным — до 7 мм.

Golash A. et al. (2001) провели анализ измерений площади аксиального сечения костного позвоночного канала, дурального мешка и спинного мозга на уровне максимально выраженного стеноза и установили, что наиболее значимым прогностическим фактором в развитии миелопатии является уменьшение площади сечения дурального мешка и резервных субарахноидальных пространств. Уменьшение площади субарахноидального пространства менее 7 мм<sup>2</sup> было связано с 90 % вероятностью возникновения клинических проявлений миелопатии.

В течение длительного периода для оценки стеноза использовался индекс М. Н. Чайковского (1969), при котором вычисляется отношение сагиттального размера позвоночного канала к са-

гиттальному размеру тела позвонка. За абсолютную норму принимается 1, при стенозах соотношение должно быть менее 0,7 [2].

По методике Торга Дж. С. — Павлова Х. 1986 г. предлагается аналогичное вычисление соотношения размеров, но стенозом канала считается значение менее 0,8. Позже в дополнениях отмечается, что стенозом может считаться соотношение менее 0,82. Данная классификация является общепризнанной в мировой практике, но в последние годы активно обсуждается вопрос о том, что при вычислении данного соотношения не учитывается коронарный размер канала, вследствие чего оценка стеноза может быть недостоверной [14].

Nakstad P. et al. в 1987 г. по результатам классической миелографии 100 пациентов без дегенеративных изменений позвоночника в шейном отделе установил, что индекс Торга – Павлова менее 0,9 мм указывает на врожденный стеноз.

В 2024 г. Cui Z. et al., основываясь на данных МСКТ 200 исследований, предложили классификацию форм аксиального сечения позвоночного канала, опираясь на концепцию фаз луны на основании визуального сходства. Формы аксиального сечения костного позвоночного канала были разделены на четыре основных типа, а именно: полнолуние, выпуклая луна, четверть луны и остаточная луна. Измерения сагиттального и коронарного размера позвоночного канала проводились строго в аксиальном сечении. Доказательно установили, что четвертьлунная и остаточная лунная формы связаны со спондилопатией и имеют большую вероятность возникновения очагов миелопатии [14].

По формам стеноза в общепринятой практике используется анатомическая классификация, в которой стенозы подразделяют на центральный, бокового кармана, латеральный, фораминальный, а также сочетанный стеноз. Учитывая анатомические особенности и сложную

биомеханику движений в шейном отделе, зачастую стенозы бокового кармана неотъемлемо связаны с фораминальными и центральными стенозами [2].

Наиболее полную классификацию стенозов позвоночного канала представили Гуца А. О. и Коновалов Н. А. в 2019 г. [2]:

- 1) врожденный
  - идиопатический врожденный, узкий позвоночный канал
  - ахондроплазия
  - остеопетроз
- 2) приобретенный
  - дегенеративный
    - центральной части
    - периферической части
    - бокового кармана
    - корешкового канала
  - комбинированный (любое сочетание врожденного, приобретенного или дегенеративного стеноза)
  - ятрогенный
    - после ламинэктомии
    - после стабилизирующих операций
  - посттравматический
  - стеноз вследствие разных причин
    - болезнь Педжета
    - флюороз, акромегалия, гемангиома позвонка, остеомалация
    - синовиальная киста

В 1998 г. Muhle C. et al. представили классификацию стенозов шейного отдела позвоночника по данным «динамической» МРТ, опираясь на степень сдавления содержимого дурального мешка при максимальном сгибании и разгибании: 0 – норма, 1 – частичная облитерация переднего или заднего субарахноидального пространства, 2 – полная облитерация переднего или заднего субарахноидального пространства и 3 – компрессия или смещение спинного мозга [17].

Клинический диагноз стеноза позвоночного канала, как правило, требует применения визуализационных методов. Более точная картина состояния анатомических структур может быть получена при рентгенографии (РГ), муль-

тиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ).

РГ позвоночника выполняется в передней и боковой проекциях в положении стоя. Данный метод лучевой диагностики позволяет выявить сколиозы, краевые остеофиты, обызвествления связок, склероз замыкательных пластинок и их субхондральных отделов, артрозы, снижение высоты межпозвоночных дисков. Жарков П. Л. и соавт. (2009) отмечают, что снижение высоты диска не является основополагающим признаком дегенеративных изменений, а является неспецифичным и может быть как начальным признаком воспалительных заболеваний, так и признаком диспластического недоразвития диска. Также по боковой проекции возможно оценить статичность позвоночника, в частности, выявить смещение тел позвонков относительно друг друга.

Классическая РГ может быть дополнена функциональными пробами, при которых снимки производятся в боковой проекции в положениях максимально возможных сгибания и разгибания. РГ с функциональными пробами является широко распространенным и общедоступным методом визуализации анатомической нестабильности в условиях осевой нагрузки. Ранее широко использовалась миелография для оценки просвета позвоночного канала, но с появлением МСКТ данная методика стала резервной.

Результаты рентгенографии шейного отдела позвоночника не всегда сопоставимы с имеющейся клинико-неврологической симптоматикой, вследствие чего часто клиническая картина либо опережает рентгенологическую картину, либо отстает, либо отсутствует вообще [3].

МСКТ является рентгеновским методом исследования, дающим возможность получения изображений тонкими срезами, толщиной до 0,1 мм (в зависимости от типа томографа). МСКТ

в отличие от РГ не имеет суммационного эффекта. Малая толщина среза позволяет более достоверно оценить структуру позвонков, наличие мелких кальцинатов в связках, состояние межпозвонковых дисков и конфигурацию позвоночного канала без проекционного увеличения. Появление компьютерной томографии в 1971 г. дало возможность оценивать контуры позвоночного канала и визуализировать грыжи межпозвонковых дисков и диск-остеофитные комплексы.

По мере развития технологии стало возможным получение реформатированных срезов в различных необходимых плоскостях на этапе постобработки первично полученных данных при сканировании. Несмотря на высокую точность исследования, оценка структуры спинного мозга при стандартной МСКТ малоинформативна [6].

Особое значение в данном виде исследования имеет МСКТ-миелография, так как на фоне контрастирования субарахноидального пространства можно оценить контуры дурального мешка, интрадуральных частей корешков спинномозговых нервов и их дуральные манжеты, уровни их деформации и сдавления. Также появляется возможность дифференциации контуров спинного мозга и оценки его размеров на уровне сдавления. МСКТ и МСКТ-миелография являются методиками выбора в тех случаях, когда невозможно проведение МРТ ввиду наличия абсолютных противопоказаний (чаще всего ввиду установленных кардиостимуляторов). МСКТ шейного отдела позвоночника с функциональными пробами позволяет с большей точностью дифференцировать нестабильность ПДС и гипермобильность [10].

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), так же как и классическая рентгенография и МСКТ, позволяет оценить не только состояние костных структур, но и дает возмож-

ность оценки биомеханики позвоночного столба при исследованиях с функциональными пробами в условиях осевой нагрузки [21, 22]. К значимым преимуществам КЛКТ следует отнести низкую лучевую нагрузку, а также высокое пространственное разрешение, позволяющее визуализировать мелкие детали костной архитектоники [11].

МРТ, являясь золотым стандартом диагностики большинства патологий позвоночника, позволяет оценить не только степень дегенерации межпозвонковых дисков, но и состояние костных структур, хрящевой ткани, связочного аппарата, а также окружающих мягких тканей. Одна из главных возможностей МРТ — это визуализация структуры спинного мозга благодаря высокому тканевому контрасту. Четкая дифференциация на фоне дегенеративных изменений позволяет определить уровни сдавления спинного мозга с детальной оценкой его архитектоники, а также визуализировать очаги миелопатии. Одним из важных для клиницистов параметров является показатель площади аксиального сечения костного позвоночного канала и дурального мешка [2].

Nell S. et al. в 2019 г. опубликовали анализ результатов 2453 исследований пациентов в возрасте от 21 до 89 лет на основании данных МРТ, где показали референтные значения сагиттальных размеров тел позвонков, позвоночного канала, дурального мешка, спинного мозга и индекса Торга для мужчин и женщин. За исключением ширины тела позвонка, связь с полом и возрастом в основном не имеет существенной разницы и, таким образом, имеет лишь ограниченное клиническое значение. Авторы отмечают, что сагиттальный размер тела позвонка был в среднем на 2,1–2,2 мм больше у мужчин [18].

В последние годы применяется МРТ с использованием таких технологий, как диффузионно-взвешенная

**Референтные показатели площади позвоночного канала и дурального мешка на шейном уровне в норме (Педаченко Е. Г., Рогожин В. А., 2002)**

Уровень	Площадь дурального мешка, мм <sup>2</sup>	Площадь спинного мозга, мм <sup>2</sup>
C3	200,0 ± 25,4	248,9 ± 30
C4	193,0 ± 21,6	236,1 ± 29
C5	188,0 ± 21,2	238,8 ± 30
C6	191,7 ± 25,2	248,5 ± 30
C7	196,5 ± 24,4	254,8 ± 32

(DWI), диффузионно-тензорная (DTI) и МР-перфузия, что позволяет оценить степень поврежденности двигательных трактов и прогноз восстановления в послеоперационном периоде [1]. Впервые «динамическая» МРТ была описана Epstein N. E. et al. еще в 1988 г., однако широкое распространение данный вид исследования получил только в последнее десятилетие. Первично проводится полное исследование в нейтральном положении позвоночного столба, в последующем проводятся либо Т2 ВИ, либо DWI в положениях сгибания и разгибания [1].

По данным Shin J.J. et al. (2024), наименьшие показатели площади просвета позвоночного канала и аксиального сечения спинного мозга на уровне стеноза определяются в положении разгибания. Также в положении разгибания отмечается более четкая визуализация Т2-гиперинтенсивных очагов на данном уровне. Компрессия спинного мозга может наблюдаться у бессимптомных пациентов при стандартном нейтральном положении, но не каждый уровень компрессии является клинически значимым. В положении разгибания возможно увеличение количества уровней компрессии за счет уменьшения расстояния между задними опорными структурами и, как следствие, пролабирования в просвет канала гипертрофированных желтых связок [19].

Несмотря на кажущееся сходство описанных методик, в том числе функ-

циональных проб, получаемая информация различна и является взаимодополняющей.

### **Выводы**

Обзор литературы показывает, что на данный момент нет единого и общепринятого мнения по количественным показателям стеноза шейного отдела позвоночного канала. В литературе представлены лишь отдельные показатели нормальных размеров позвоночного канала, а также врожденного и дегенеративного стеноза, в абсолютном большинстве опирающиеся только на сагиттальный размер. Ряд авторов для оценки степени стеноза используют не только коронарный размер, но и показатели площади аксиального сечения позвоночного канала на пораженных уровнях. На данный момент не разработана единая система оценки стенозов по данным рентгенографии, МСКТ и МРТ. Применяемые многими клиницистами и лучевыми диагностами методики оценки стенозов не дают полной информации. Нуждаются в уточнении критерии, определяющие выбор хирургической тактики, а также прогнозирования эффективности проведенного хирургического лечения.

### **Список источников**

1. Гуца А. О., Древаль М. Д., Юсупова А. Р., Арестов С. О., Петросян Д. В. Шейная спондилогенная миелопатия: 10-летний опыт лечения // Анналы клинической и экспериментальной неврологии.

2021. Т. 15, № 2. С. 21–28. <https://doi.org/10.25692/ACEN.2021.2.3>
2. Хирургия дегенеративных поражений позвоночника: национальное руководство / под ред. Гуци А. О., Коновалова Н. А., Гриня А. А. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 480 с.
  3. Дамдинов Б. Б., Сороковиков В. А., Ларионов С. Н., Кошкарёва З. В., Склярченко О. В., Животенко А. П., Кириенко А. Н. Особенности изменения сагиттального баланса шейного отдела позвоночника при шейно-плечевом синдроме // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16, № 2. С. 42–48. <https://doi.org/10.14531/ss2019.2.42-48>
  4. Дамдинов Б. Б., Сороковиков В. А., Селиверстов П. В., Малаханов В. А., Кошкарёва З. В., Животенко А. П., Склярченко О. В. Морфометрические показатели при стенозирующих процессах позвоночного канала дегенеративного генеза на шейном уровне. Современное состояние вопроса (обзор литературы) // Радиология – практика. 2019. № 4. С. 58–68. URL: <https://www.radp.ru/jour/article/view/65/65> (дата обращения: 22.02.2025).
  5. Лисицкий И. Ю., Лычагин А. В., Заров А. Ю., Коркунов А. Л., Черепанов В. Г., Вязанкин И. А. Успешное хирургическое лечение пациента с цервикальной миелопатией на фоне оссификации задней продольной связки: редкое клиническое наблюдение и обзор литературы // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко. 2021. Т. 85, № 4. С. 69–76. DOI: 10.17116/neiro20218504169
  6. Мазуренко Е. В., Мазуренко А. Н. Диагностика стеноза шейного отдела позвоночного канала и вертеброгенной цервикальной миелопатии // Журнал «Медицинские новости». 2022. № 11. С. 26–30. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-stenoza-sheynogo-otdela-pozvonochnogo-kanala-i-vertebrogennoy-tservikalnoy-mielopatii> (дата обращения: 20.02.2025).
  7. Нарушения сагиттального баланса при заболеваниях и повреждениях позвоночника: учебное пособие / А. В. Крутько, В. В. Рерих, В. М. Прохоренко, О. Н. Леонова. Новосибирск: ИПЦ НГМУ, 2020. 80 с.
  8. Педаченко Е. Г., Рогожин В. А. Особенности современной лучевой диагностики стеноза позвоночного канала // Украинский нейрохирургический журнал. 2002. № 3. С. 62–65 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sovremennoy-luchevoy-diagnostiki-stenoza-pozvonochnogo-kanala> (дата обращения: 07.10.2024).
  9. Склярченко О. В., Сороковиков В. А., Кошкарёва З. В., Животенко А. П., Дамдинов Б. Б. Некоторые аспекты патогенеза и диагностики остеохондроза шейного отдела позвоночника (обзор литературы) // Acta Biomedica Scientifica. 2019. Т. 4, № 6. С. 47–53. <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.6.7>
  10. Терновой С. К., Серова Н. С., Абрамов А. С., Мискарян Т. И. Значение функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике нестабильности позвоночно-двигательных сегментов шейного отдела позвоночника // Вестник рентгенологии и радиологии. 2020. Т. 101, № 5. С. 296–303. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-5-296-303>
  11. Шолохова Н. А., Жарков Д. К., Лежнев Д. А., Васильев А. Ю., Петровская В. В., Лазаренко Е. Ю., Блинов Н. Н., Сергеева А. Д. Современное состояние вопроса использования конусно-лучевой компьютерной томографии в диагностике заболеваний опорно-двигательного аппарата // Acta Biomedica Scientifica. 2023. Т. 8, № 5. С. 182–191. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.20>
  12. Яриков А. В., Денисов А. А., Перльмуттер О. А., Докиш М. Ю., Соснин А. Г., Масевнин С. В., Павлова Е. А., Бояршинов А. А. Спондилоартроз: патогенез, клиника, диагностика и лечение (обзор

- литературы и собственный опыт) // Клиническая практика. 2019. Т. 10, № 4. С. 61–73. <https://doi.org/10.17816/clinpract18813>
13. Bai Q., Wang Y., Zhai J., Wu J., Zhang Y., Zhao Y. Current understanding of tandem spinal stenosis: epidemiology, diagnosis, and surgical strategy // *EFORT Open Rev.* 2022;7(8):587598. <https://doi.org/10.1530/EOR-22-0016>
  14. Cui Z., Wang H., Sun Y., Huang W., Zou F., Ma X., Lyu F., Jiang J., Wang H. Establishment of the Lunar Phase Morphological Classification for Cervical Spinal Canal // *Asian Spine J.* 2024;18(1):110-117. <https://doi.org/10.31616/asj.2023.0234>
  15. George F., Vasiliki E. G., Ioannis G. L., Petros P., Pagona S., Nikolaos T., Demetrios A. S., Konstantinos F. Pathophysiology of cervical myelopathy // *Biomedical Reports J.* Sept. 2023;84. <https://doi.org/10.3892/br.2023.1666>
  16. Longo U. G. *Textbook of Musculoskeletal Disorders* / U. G. Longo, V. Denaro. SPRINGER, Roma, Italy, 2023. P. 153–155, 283–287.
  17. Muhle C., Metzner J., Weinert D. et al. Kinematic MR imaging in surgical management of cervical disc disease, spondylosis and spondylotic myelopathy // *Acta Radiologica.* 1999;40(2):146-153. <https://doi.org/10.3109/02841859909177730>
  18. Nell C., Bülow R., Hosten N., Schmidt C. O., Hegenscheid K. Reference values for the cervical spinal canal and the vertebral bodies by MRI in a general population // *PLoS One.* 2019;14(9):e0222682. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222682>
  19. Shin J. J., Yoo S. J., Kim T. W., So J. Y., Jeong W. J., Lee M. H., Shin J., Ha Y. Radiological and Clinical Significance of Cervical Dynamic Magnetic Resonance Imaging for Cervical Spondylotic Myelopathy // *Neurospine J.* 2024;21(2):443-454. <https://doi.org/10.14245/ns.2448166.083>
  20. Smith S. S., Stewart M. E., Davies B. M., Kotter M. R. N. The Prevalence of Asymptomatic and Symptomatic Spinal Cord Compression on Magnetic Resonance Imaging: A Systematic Review and Meta-analysis // *Global Spine J.* 2021;11(4):597-607. <https://doi.org/10.1177/2192568220934496>
  21. Wan Z., Wang W., Li C., Li J., Lin J., Tian F., Zhu T., Wu D., Guo L., Wang S. Validation and application of a novel in vivo cervical spine kinematics analysis technique // *Sci Rep.* 2021;11(1):24266. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01319-x>
  22. Winn N., Kaur S., Cassar-Pullicino V., Ockendon M. A novel use of cone beam CT: flexion and extension weight-bearing imaging to assess spinal stability // *Eur. Spine J.* 2022;31(7):1667-1681. DOI: 10.1007/s00586-022-07233-8
  23. Won Y. I., Lee C. H., Yuh W. T., Kwon S. W., Kim C. H., Chung C. K. Genetic Odyssey to Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament in the Cervical Spine // *A Systematic Review. Neurospine.* 2022;19(2):299-306. <https://doi.org/10.14245/ns.2244038.019>

## References

1. Gushcha A. O., Dreval' M. D., Yusupova A. R., Arestov S. O., Petrosyan D. V. Cervical spondylotic myelopathy: 10 years of treatment experience. *Annals of Clinical and Experimental Neurology.* 2021;15(2):21-28. (In Russ.). <https://doi.org/10.25692/ACEN.2021.2.3>
2. Degenerative spine surgery: national guidelines] Eds. A. O. Gushcha, N. A. Konovalov, A. A. Grin'. Moscow: GEOTAR-Media, 2019. 480 p. (In Russ.).
3. Damdinov B. B., Sorokovikov V. A., Larionov S. N., Koshkareva Z. V., Sklyarenko O. V., Zhivotenko A. P., Kiriyyenko A. N. Peculiarities of changes in the sagittal balance of the cervical spine in cervicobrachial syndrome. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2019;16(2):42-48. (In Russ.). <https://doi.org/10.14531/ss2019.2.42-48>

4. Damdinov B. B., Sorokovikov V. A., Seliverstov P. V., Malakhanov V. A., Koshkareva Z. V., Zhivotenko A. P., Sklyarenko O. V. Morphometric Indices at Degenerative Stenosis of Cervical Level of Spinal Canal. Current State of the Art (Literature Review). *Radiology – Practice*. 2019;(4):58-68. (In Russ.). URL: <https://www.radp.ru/jour/article/view/65/65> (date of application: 22.02.2025).
5. Lisitsky I. Yu., Lychagin A. V., Zarov A. Yu., Korkunov A. L., Cherepanov V. G., Vyazankin I. A. Successful surgical treatment of patient with cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament: a rare clinical observation and literature review. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2021;85(4):69–76. (In Russ., in Engl.). <https://doi.org/10.17116/neiro20218504169>
6. Mazurenka E. V., Mazurenka A. N. Diagnosis of cervical spine stenosis and cervical spondilotic myelopathy. *Medical news J. (Meditsinskije Novosti)*. 2022;11:26-30. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-stenoza-sheynogo-otdela-pozvonochnogo-kanala-i-vertebrogennoj-tservikalnoy-mielopatii> (date of application: 20.02.2025).
7. Disturbances of sagittal balance in diseases and injuries of the spine: a textbook / A. V. Krutko, V. V. Rerikh, V. M. Prokhorenko, O. N. Leonova. Novosibirsk: IPC NSMU, 2020. 80 p. (In Russ.).
8. Pedachenko E. G., Rogozhin V. A. Features of modern x-ray diagnostics of spinal canal stenosis. *Ukrainian Neurosurgical Journal*. 2002;3:62-65. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sovremennoy-luchevoy-diagnostiki-stenoza-pozvonochnogo-kanala> (date of application: 07.10.2024).
9. Sklyarenko O. V., Sorokovikov V. A., Koshkareva Z. V., Zhivotenko A. P., Damdinov B. B. Some Aspects of the Pathogenesis and Diagnosis of Osteochondrosis of the Cervical Spine (Literature Review). *Acta Biomedica Scientifica*. 2019;4(6):47-53. (In Russ.). <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.6.7>
10. Ternovoy S. K., Serova N. S., Abramov A. S., Miskaryan T. I. The Value of Functional Multislice Computed Tomography in the Diagnosis of Instability of the Cervical Spinal Motion Segments. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2020; 101(5):296-303. (In Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2020-101-5-296-303>
11. Sholokhova N. A., Zharkov D. K., Lezhnev D. A., Vasil'yev A. Yu., Petrovskaya V. V., Lazarenko E. Yu., Blinov N. N., Sergeeva A. D. The current state of the issue of using cone beam computed tomography in the diagnosis of musculoskeletal diseases. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023; 8(5):182-191. (In Russ.). <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.20>
12. Yarikov A. V., Denisov A. A., Perl'mutter O. A., Dokish M. Yu., Sosnin A. G., Masevnin S. V., Pavlova E. A., Boyarshinov A. A. Spondyloarthrosis: pathogenesis, clinic, diagnosis and treatment (literature review and own experience). *Russian Journal of clinical practice (Klinicheskaya practica)*. 2019;10 (4):61-73. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/clinpract18813>
13. Bai Q., Wang Y., Zhai J, Wu J., Zhang Y., Zhao Y. Current understanding of tandem spinal stenosis: epidemiology, diagnosis, and surgical strategy. *EFORT Open Rev*. 2022;7(8):587-598. <https://doi.org/10.1530/EOR-22-0016>
14. Cui Z., Wang H., Sun Y., Huang W., Zou F., Ma X., Lyu F., Jiang J., Wang H. Establishment of the Lunar Phase Morphological Classification for Cervical Spinal Canal. *Asian Spine J*. 2024; 18(1):110-117. <https://doi.org/10.31616/asj.2023.0234>
15. George F., Vasiliki E. G., Ioannis G. L., Petros P., Pagona S., Nikolaos T., Demetrios A. S., Konstantinos F. Pathophysiology of cervical myelopathy. *Bio-*

- medical Reports J. Sept.* 2023;84. <https://doi.org/10.3892/br.2023.1666>
16. Longo U. G. Textbook of Musculoskeletal Disorders / U. G. Longo, V. Denaro. SPRINGER, Roma, Italy, 2023. P. 153–155, 283–287.
  17. Muhle C., Metzner J., Weinert D. et al. Kinematic MR imaging in surgical management of cervical disc disease, spondylosis and spondylotic myelopathy. *Acta Radiologica.* 1999;40(2): 146-153. <https://doi.org/10.3109/02841859909177730>
  18. Nell C., Bülow R., Hosten N., Schmidt C. O., Hegenscheid K. Reference values for the cervical spinal canal and the vertebral bodies by MRI in a general population. *PLoS One.* 2019;14(9):e0222682. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222682>
  19. Shin J. J., Yoo S. J., Kim T. W., So J. Y., Jeong W. J., Lee M. H., Shin J., Ha Y. Radiological and Clinical Significance of Cervical Dynamic Magnetic Resonance Imaging for Cervical Spondylotic Myelopathy. *Neurospine J.* 2024;21(2):443-454. <https://doi.org/10.14245/ns.2448166.083>
  20. Smith S. S., Stewart M. E., Davies B. M., Kotter M. R. N. The Prevalence of Asymptomatic and Symptomatic Spinal Cord Compression on Magnetic Resonance Imaging: A Systematic Review and Meta-analysis. *Global Spine J.* 2021;11(4):597-607. <https://doi.org/10.1177/2192568220934496>
  21. Wan Z., Wang W., Li C., Li J., Lin J., Tian F., Zhu T., Wu D., Guo L., Wang S. Validation and application of a novel in vivo cervical spine kinematics analysis technique. *Sci Rep.* 2021;11(1):24266. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01319-x>
  22. Winn N., Kaur S., Cassar-Pullicino V., Ockendon M. A novel use of cone beam CT: flexion and extension weight-bearing imaging to assess spinal stability. *Eur. Spine J.* 2022;31(7):1667-1681. <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07233-8>
  23. Won Y. I., Lee C. H., Yuh W. T., Kwon S. W., Kim C. H., Chung C. K. Genetic Odyssey to Ossification of the Posterior Longitudinal Ligament in the Cervical Spine. *A Systematic Review. Neurospine.* 2022;19(2):299-306. <https://doi.org/10.14245/ns.2244038.019>

## Сведения об авторах / Information about the authors

**Петрова Вероника Сергеевна**, врач-рентгенолог, младший научный сотрудник лаборатории лучевой диагностики научно-клинического отдела нейрохирургии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, Иркутск, Россия. Врач-рентгенолог рентгеновского отделения ГБУЗ «Иркутская область "Знак почета" областная клиническая больница» Минздрава России, Иркутск, Россия.

Вклад автора: разработка дизайна исследования, анализ литературы, написание текста, рецензия и правки статьи, утверждение окончательной версии публикации – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательную версию.

**Petrova Veronika S.**, radiologist, junior researcher, Department of radiology NCO of neurosurgery Federal State Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology» of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia. A radiologist of radiology department Irkutsk regional clinical hospital, winner of the "Mark of the Honor" award Ministry of Health of Russia, Irkutsk, Russia.

Author's contributions: development of research design, literature analysis, text writing, review and edits of the article, approval of the final version of the publication – taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

**Селиверстов Павел Владимирович**, врач-рентгенолог, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией лучевой диагностики научно-клинического отдела нейрохирургии

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, Иркутск, Россия.  
Вклад автора: разработка концепции – формирование идеи, цели и ключевых задач.

**Seliverstov Pavel V.**, radiologist, M.D. Med. Sciences, Senior Researcher of Laboratory Radiology NCO of neurosurgery Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology» of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia.  
Author's contributions: concept development is the formation of an idea, a goal and key tasks.

**Сороковиков Владимир Алексеевич**, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, Иркутск, Россия. Заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования – филиала ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Иркутск, Россия.  
Вклад автора: разработка концепции – формирование идеи, цели и ключевых задач.

**Sorokovikov Vladimir A.**, Dr. Sc. (Med.), Professor, Director, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; Head of the Department of Traumatology of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia. Orthopedics and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Irkutsk, Russia.  
Author's contributions: concept development is the formation of an idea, a goal and key tasks.

**Ларионов Сергей Николаевич**, доктор медицинских наук, заведующий научно-клиническим отделом нейрохирургии ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, Иркутск, Россия.  
Вклад автора: разработка концепции – формирование идеи, цели и ключевых задач.

**Larionov Sergey N.**, Dr. Sc. (Med.), Leading Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia.  
Author's contributions: concept development is the formation of an idea, a goal and key tasks.

Статья поступила в редакцию 28.08.2024;  
одобрена после рецензирования 15.10.2024;  
принята к публикации 15.10.2024.

The article was submitted 28.08.2024;  
approved after reviewing 15.10.2024;  
accepted for publication 15.10.2024.