



ОТДАЛЕННЫЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕДНЕЙ ШЕЙНОЙ ФОРАМИНОТОМИИ

Д.А. Печиборщ, В.В. Степаненко, Ю.А. Шулев, М.В. Воронова, Е.А. Карельская

Городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург, Россия

Цель исследования. Оценить высоту межпозвонкового диска и подвижность оперированного сегмента у пациентов с шейной компрессионной монорадикулопатией дегенеративной этиологии после передней шейной фораминотомии (АСФ) в отдаленном послеоперационном периоде.

Материал и методы. В исследование включены 50 пациентов (44 ± 9 лет; от 28 до 72 лет) после АСФ с отдаленным послеоперационным периодом. Высоту оперированного и смежных межпозвонковых дисков измеряли по межтеловому расстоянию и методом Farfan по КТ до и после операции. Подвижность оперированного и смежных сегментов измеряли по межостистому расстоянию на функциональных рентгенограммах. Период наблюдения составил от 3 до 93 мес. (средний период 22 мес.).

Результаты. Высота смежного верхнего, оперированного и смежного нижнего межпозвонковых дисков составила до операции $4,6 \pm 0,9$ мм, $4,6 \pm 0,9$ мм и $5,1 \pm 0,9$ мм, после операции — $4,4 \pm 0,9$ мм, $2,8 \pm 1,0$ мм и $4,8 \pm 0,9$ мм соответственно. Подвижность оперированного сегмента на уровне АСФ — $3,7 \pm 2,4$ мм, смежного верхнего и нижнего сегментов — $7,1 \pm 3,8$ мм и $6,8 \pm 2,4$ мм соответственно. Подвижность оперированного сегмента 3 мм и более выявлена у 38 (76 %) пациентов (убедительная подвижность), менее 3 мм — у 12 (24 %) пациентов (сомнительная подвижность). Одновременно сохраненный диск (высота межпозвонкового диска по методу Farfan >0) и убедительная подвижность оперированного сегмента (≥ 3 мм) выявлены у 25 (50 %) пациентов. У 4 (8 %) пациентов сохранен диск, однако подвижность оперированного сегмента сомнительная. Коллапс диска (высота межпозвонкового диска по методу Farfan $= 0$) с сомнительной подвижностью оперированного сегмента выявлен у 8 (16 %) пациентов. В остальных 13 (26 %) случаях коллапс диска сопровождался сохранением убедительной подвижности оперированного сегмента.

Заключение. В 84 % случаев после АСФ сохранены межпозвонковый диск и/или подвижность оперированного сегмента.

Ключевые слова: передняя шейная фораминотомия; высота межпозвонкового диска; подвижность сегмента; метод Farfan.

Для цитирования: Печиборщ Д.А., Степаненко В.В., Шулев Ю.А., Воронова М.В., Карельская Е.А. Отдаленные рентгенологические результаты передней шейной фораминотомии // Хирургия позвоночника. 2026. Т. 23, № 1. С. 63–71. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.63-71>

LONG-TERM RADIOLOGICAL RESULTS OF ANTERIOR CERVICAL FORAMINOTOMY

D.A. Pechiborsch, V.V. Stepanenko, Yu.A. Shulev, M.V. Voronova, E.A. Karelskaia

City Multidisciplinary Hospital No 2, Saint Petersburg, Russia

Objective. To evaluate the intervertebral disc height and mobility of the operated segment in patients with cervical compression monoradiculopathy of degenerative etiology after anterior cervical foraminotomy (ACF) in the late postoperative period.

Material and Methods. The study included 50 patients (44 ± 9 years, 28–72 years) after ACF with a long-term postoperative period. The height of the operated and adjacent intervertebral discs was measured by the interbody distance and by Farfan method on CT scans before and after surgery. The mobility of the operated and adjacent segments was measured by the interspinous distance on functional radiographs. The follow-up period ranged from 3 to 93 months (mean 22 months).

Results. The height of the adjacent superior, operated and adjacent inferior intervertebral discs before surgery was 4.6 ± 0.9 mm, 4.6 ± 0.9 mm and 5.1 ± 0.9 mm and after surgery — 4.4 ± 0.9 mm, 2.8 ± 1.0 mm and 4.8 ± 0.9 mm, respectively. The mobility of the operated segment at the ACF level was 3.7 ± 2.4 mm, and of the adjacent superior and inferior segments — 7.1 ± 3.8 mm and 6.8 ± 2.4 mm, respectively. The mobility of the operated segment of 3 mm or more was detected in 38 (76%) patients (convincing mobility), and less than 3 mm — in 12 (24%) patients (questionable mobility). A combination of preserved disc (intervertebral disc height >0 according to the Farfan method) and convincing mobility of the operated segment (≥ 3 mm) was detected in 25 (50%) patients. In 4 (8%) patients, the disc was preserved, but the segmental mobility was questionable. Disc collapse (intervertebral disc height $= 0$ according to the Farfan method) with questionable mobility of the operated segment was detected in 8 (16%) patients. In the remaining 13 (26%) cases, disc collapse was accompanied by convincing mobility of the operated segment.

Conclusion. The intervertebral disc and/or mobility of the operated segment were preserved in 84% of cases after ACF.

Key Words: anterior cervical foraminotomy; intervertebral disc height; segmental mobility; Farfan method.

Please cite this paper as: Pechiborsch DA, Stepanenko VV, Shulev YuA, Voronova MV, Karelskaia EA. Long-term radiological results of anterior cervical foraminotomy. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2026;23(1):63–71. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.63-71>

При дегенеративных изменениях шейного отдела позвоночника компрессию шейного корешка в подавляющем большинстве случаев вызывают мягкий латеральный секвестр межпозвонкового диска (МПД) или ункофораминальный стеноз. Наиболее широко применяемым способом хирургического лечения компрессионных шейных радикулопатий уже несколько десятилетий является передний шейный спондилодез (ACDF) [1]. Передняя шейная фораминотомия (ACF) была предложена в качестве альтернативы ACDF с целью сохранения МПД и подвижности оперированного сегмента [2]. По данным литературных обзоров, ACDF и ACF имеют сопоставимую клиническую эффективность радикулярной декомпрессии [1]. В базах Pubmed и Google Scholar мы нашли 32 статьи с представлением результатов ACF. В большинстве статей акцент сделан на клинических результатах ACF, при этом ключевые радиологические параметры, такие как высота МПД и подвижность оперированного сегмента, представлены недостаточно или вовсе не исследовались, тогда как именно эти два радиологических параметра и составляют отличительную сущность и ожидаемое преимущество ACF.

Цель исследования – оценить высоту МПД и подвижность оперированного сегмента у пациентов с шейной компрессионной монорадикулопатией дегенеративной этиологии после ACF в отдаленном послеоперационном периоде.

Материал и методы

В исследование включены 50 пациентов с шейной компрессионной монорадикулопатией, оперированных в 2018–2024 гг. в Санкт-Петербургской городской многопрофильной больнице № 2.

Критерии включения в исследование: впервые оперированные пациенты 18 лет и старше с шейной компрес-

сионной монорадикулопатией дегенеративной этиологии.

Критерии исключения: шейная миелопатия, нестабильность сегмента.

Всем пациентам ACF выполняли на одном уровне. Диагностическая программа включала МРТ, КТ и функциональные рентгенограммы шейного отдела позвоночника до операции, после операции перед выпиской и в отдаленном периоде наблюдения (от 3 мес.).

Перед операцией все пациенты подписали добровольное информированное согласие на применение результатов исследований в научных целях. Протокол этической экспертизы не оформлялся, так как проводимые исследования не выходили за рамки стандартных до- и послеоперационных методов ведения пациентов с данной патологией.

Во всех случаях применяли доступ к шейному отделу позвоночника по Smith – Robinson со стороны радикулопатии с использованием операционного микроскопа и микрохирургических инструментов. У всех пациентов выполнен авторский (патент № 2023124430¹) параункальный вариант ACF (рис. 1). Данный вариант ACF является минимализированной модификацией доступа по Snyder и Bernhardt [3]. Монодиссектором производится краевая резекция длинной мышцы шеи до медиального края крючковидного отростка, тем самым формируется площадка для начала фрезерования. Фрезевой коридор (сначала режущим бором диаметром 4 мм, далее алмазным) проходит параллельно крючковидному отростку. Диаметр фрезевого коридора составляет 6–7 мм. Пистолетными кусачками Керрисона 2 мм удаляется задняя продольная связка. При фораминальном стенозе крючковидный отросток нужно резецировать. В этом случае бором подпиливается основание крючковидного отростка. Все время необходимо контролировать край крючковидного отростка лопаткой. Истонченный крючковидный отросток надламыва-

ется конхотомом и удаляется. Пистолетными кусачками удаляются остатки крючковидного отростка. Обычно после удаления крючковидного отростка появляется венозное кровотечение – это кровит венозное сплетение позвоночной артерии. Венозное кровотечение купируется мягкой тампонадой желатиновой губкой.

При мягкой компрессии (префораминальный секвестр) и широком межпозвонковом отверстии по данным КТ ункэктомия не выполняли, а проводили лишь краевую резекцию задней трети крючковидного отростка. При префораминальном секвестре с интрафораминальным распространением интрафораминальную часть удаляли с помощью микрокрючка. При фораминальном стенозе и глубоко расположенном интрафораминальном секвестре параункальный вариант ACF дополняли полной и частичной ункэктомией соответственно.

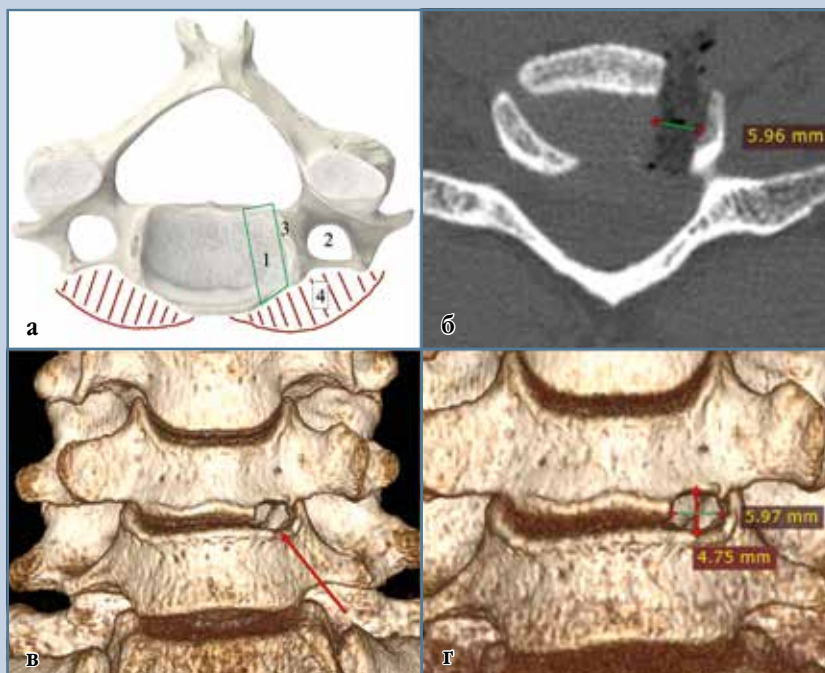
Высоту МПД измеряли двумя способами по данным КТ (в сагиттальной плоскости в режиме «костного окна», толщина срезов 0,6 мм) в программе RadiAnt DICOM Viewer по межтеловому расстоянию и по методу Farfan (рис. 2). Метод Farfan учитывает линзообразное строение тел позвонков.

Подвижность оперированного сегмента измеряли в миллиметрах как разность соответствующих межостистых расстояний на функциональных рентгенограммах. Межостистое расстояние измеряли линейкой на негатоскопе и корректировали в истинное значение по переднезаднему размеру выбранного тела позвонка по данным КТ в программе RadiAnt DICOM Viewer.

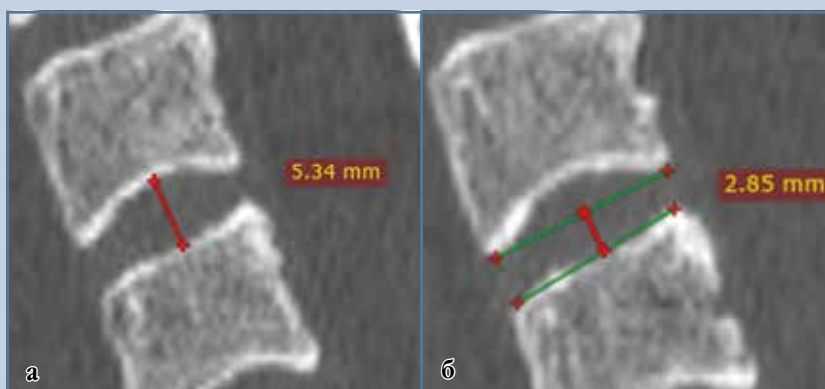
Нестабильность сегмента определяли по критериям White и Panjabi (смещение более 3,5 мм, угол наклона более 11°).

Статистический анализ данных и построение графика выполняли в программе Statistica 6.0. Для каждого из трех уровней определяли два статистических параметра: среднее арифметическое и стандартное отклонение.

¹Патент № 2023124430. 20.03.2024. Бюл. № 8. Шулев Ю.А., Степаненко В.В., Печиборщ Д.А. Способ микрохирургического доступа к межпозвонковому отверстию у больных с радикулопатией шейного отдела позвоночника. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2815702C1/ru>

**Рис. 1**

Выполнение параункального варианта АСФ (без ункэтомии): **а** – схематичное изображение (1 – место входа и границы фрезевого коридора; 2 – межпозвонковое отверстие; 3 – задняя треть крючковидного отростка; 4 – длинная мышца шеи); **б** – КТ (аксиальный снимок); **в** – 3D-КТ, фрезевой канал АСФ (указан стрелкой), вид спереди; **г** – размеры фрезевого коридора

**Рис. 2**

Высота межпозвонкового диска по межтеловому расстоянию (**а**) и по методу Farfan (**б**)

Результаты

Средний возраст пациентов составил 49 ± 9 лет (24–75 лет). Мужчин было 23 (46 %), женщин – 27 (54 %).

Количество выполненных операций по уровням распределилось следующим образом: C_3-C_4 – 1 (2 %), C_4-C_5 – 1 (2 %), C_5-C_6 – 19 (38 %), C_6-C_7 – 26 (52 %), C_7-Th_1 – 3 (6 %). Префорами-

нальный мягкий секвестр – 33 (66 %), интрафораминальный мягкий секвестр – 12 (24 %), фораминальный стеноз – 5 (10 %). Параункальный доступ без ункэтомии выполнен 33 (66 %) пациентам, с ункэтомией – 17 (34 %). Средний период наблюдения составил 22 мес. (3–93 мес.).

По шкале Odom отличный результат получен у 36 (72,5 %) пациентов, хороший – у 9 (17,5 %), плохой – у 5 (10 %). Осложнения были у трех пациентов – синдром Горнера, осиплость голоса и нестабильность. Синдром Горнера и осиплость голоса полностью регрессировали в течение 6 мес. У пациента с нестабильностью боли в шее полностью регрессировали в течение 6 мес. после АСФ. Одна пациентка реоперирована (АСДФ) в связи с персистирующими болями в шейном отделе позвоночника. Рецидивов выявлено не было.

Высота МПД для смежного выше, оперированного и смежного ниже позвонков до операции составила $4,6 \pm 0,9$ мм, $4,6 \pm 0,9$ мм, $5,1 \pm 0,9$ мм, после операции – $4,4 \pm 0,9$ мм, $2,8 \pm 1,0$ мм, $4,8 \pm 0,9$ мм соответственно (рис. 3). Уменьшение высоты смежного выше, оперированного и смежного ниже МПД составило $0,18 \pm 0,7$ мм, $1,8 \pm 1,06$ мм и $0,33 \pm 1,02$ мм соответственно. Уменьшение высоты МПД менее 1 мм определено у 12 (24 %) пациентов, от 1 до 2 мм – у 20 (40 %), более 2 мм – у 18 (36 %).

При измерении высоты МПД по методу Farfan у 29 (58 %) пациентов диск удалось сохранить (Farfan >0; рис. 4). У 19 (38 %) пациентов выявлен коллапс диска (Farfan = 0; рис. 5). У 2 (4 %) пациентов сформировался костный блок.

У пациентов с ункэтомией (34 %) высота диска уменьшилась в среднем на $1,26 \pm 0,69$ мм, а у пациентов без ункэтомии (66 %) – на $2,11 \pm 1,13$ мм. До 50 % своей высоты диск теряет в первые 3–6 мес. после операции, в дальнейшем снижение высоты происходит медленнее.

Подвижность оперированного сегмента после АСФ составила $3,7 \pm 2,4$ мм. Подвижность смежного

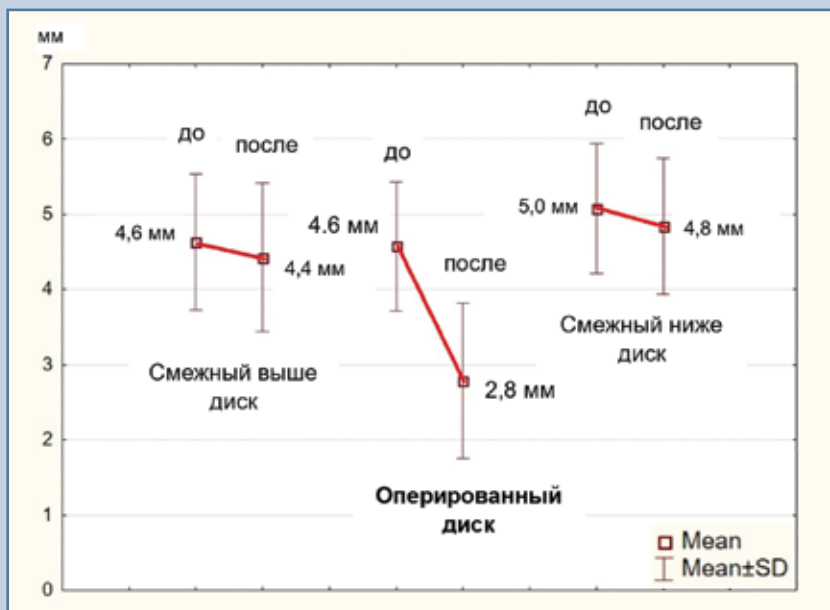


Рис. 3

Динамика высоты межпозвонкового диска до и после АСФ (по методу измерения межтелового расстояния). Представлены средние значения со стандартными отклонениями



Рис. 4

Диск сохранен у пациентки К., 44 лет, с префораминальным секвестром с интрафораминальным распространением C_5 – C_6 справа (период наблюдения 22 мес.): а, б — МРТ до операции; в — фрезевой коридор по КТ; г — МРТ после операции

выше и смежного ниже сегментов составила $7,1 \pm 3,8$ мм и $6,8 \pm 2,4$ мм соответственно. Таким образом, подвижность оперированного сегмента после АСФ в два раза меньше подвижности смежных сегментов. Подвижность оперированного сегмента менее 3 мм определена у 12 (24 %) пациентов. Такую подвижность мы считаем сомнительной с учетом погрешности измерения. Подвижность оперированного сегмента ≥ 3 мм выявлена у 38 (76 %) пациентов (убедительная подвижность).

Сопоставление высоты МПД и подвижности оперированного сегмента представлено в табл.

Обсуждение

В настоящее время при шейной компрессионной радикулопатии в мировой практике применяют пять хирургических методов: АСДФ, переднюю шейную дискэктомию без блока (АСД), АСФ, заднюю шейную фораминотомию (РСФ) и АДР (Artificial Disc Replacement). Так как морфологические субстраты компрессии практически всегда располагаются вентрально по отношению к шейному корешку, то передний доступ имеет преимущество перед задним в возможности прямой декомпрессии. АСДФ считается золотым стандартом в хирургическом лечении компрессионных шейных радикулопатий, однако возможное возникновение синдрома смежного уровня стало стимулом к появлению концепции безблоковой хирургии. Идея безблоковой хирургии начала развиваться в двух направлениях сохранения подвижности оперированного сегмента — естественным путем (АСФ) и искусственным путем (АДР). Так как общим трендом в нейрохирургии является стремление к сохранению анатомических структур и их функций, то среди передних доступов АСФ представляется наиболее привлекательной опцией.

Первую попытку сохранить подвижность оперированного сегмента с целью предотвращения синдрома смежного уровня предприняли Snyder



Рис. 5

Коллапс диска у пациентки X, 37 лет, с интрафораминальным секвестром C₅–C₆ слева (период наблюдения 4 мес.): а, б – КТ и МРТ до операции; в, г – КТ после операции

Таблица

Сопоставление высоты межпозвонкового диска и подвижности оперированного сегмента

Подвижность оперированного сегмента	Диск сохранен (Farfan >0)	Коллапс диска (Farfan = 0)	Костный блок
Убедительная (≥3 мм)	25 (50 %)	13 (26 %)	0
Сомнительная (<3 мм)	4 (8 %)	6 (12 %)	2 (4 %)

и Bernhardt [3]. Их операция представляла собой парциальную ACD с сохранением 2/3 МПД. Авторы назвали свою операцию ACFID (Anterior Cervical Foraminal Interspace Decompression). При сопоставимых с ACDF и ACFID клинических результатах они продемонстрировали снижение частоты образования костного блока с 60 %, как при тотальной ACD, до 4 %. Авторы обратили внимание, что все оперированные диски «значительно дегенерировали» вследствие хирургической инвазии.

Оказалось, что даже незначительная хирургическая инвазия шейного МПД запускает процесс его быстрой дегенерации вплоть до коллапса диска (высота диска по методу Farfan = 0). Данный феномен получил название «эффект прокола иглой» (needle puncture effect). «Прокол иглой» – это классический метод провокации дегенеративного каскада в межпозвонковом диске у экспериментальных животных. Описаны биомеханические и биохимические реакции в проколотом диске в зави-

симости от диаметра иглы, глубины проникновения иглы и длительности нахождения иглы в диске у самых разных животных – от крыс до крупного рогатого скота. Elliott et al. [4] на основании собственного исследования, а также анализа 23 статей по влиянию соотношения диаметра иглы к высоте диска пришли к выводу, что такое соотношение имеет существенное значение для дегенерации диска. Эффект прокола иглой был также показан на шейных МПД человека при ошибочной маркировке уровня у пациентов при ACDF [5].

В 1996 г. Jho [2] предложил операцию ACF и определил ее концепцию: сохранение естественной подвижности оперированного сегмента и его функции посредством минимально возможной хирургической травмы шейного диска из переднего доступа. Jho поясняет, что для ACF принципиальным является не резекция унковертебрального сустава, а «целостность межпозвонкового диска». ACF по Jho – это «хирургия интактного диска» [2]. В оригинальном варианте (трансункальный вариант ACF, «Jho procedure») доступ проходит в очень узком коридоре через крючковидный отросток между позвоночной артерией и МПД с тем, чтобы свести к минимуму хирургическую инвазию диска. Jho даже предлагал сохранять медиальную стенку крючковидного отростка в качестве протектора МПД. С другой стороны, вариант ACF по Jho, являясь наиболее щадящим по отношению к МПД, представляет наибольшие риски для позвоночной артерии и симпатического ствола. В дальнейшем оригинальный вариант ACF был модифицирован в разные компромиссные варианты, чтобы уйти от прямого контакта с позвоночной артерией. В настоящее время ACF – это множество передних минимально-инвазивных фрезевых доступов с общей конечной точкой – задняя часть крючковидного отростка, который образует медиальную стенку межпозвонкового отверстия (отсюда фораминотомия). Эта точка является ключевой, так как, достигнув ее, мож-

но удалить любой фактор компрессии нервного корешка. Отличаются варианты ACF разными точками входа и, соответственно, разными траекториями. У каждого варианта ACF свой баланс рисков, ключевыми из которых являются повреждение позвоночной артерии и симпатического ствола с одной стороны и коллапс МПД с другой. Jho выделяет 3 варианта ACF: трансункальный, верхний чрестеловой и нижний чрестеловой [2]. Han et al. [6] классифицируют все варианты ACF на классическую трансункальную и модификации ACF. Ohtake et al. [7] выделяют три типа ACF: ACFID (по Snyder и Bernhardt) с доступом через диск, трансункальный тип (по Jho) и трансвертебральный тип (по Choi [8]).

Мы начали применять ACF в 1999 г., к настоящему времени выполнено более 500 операций. За прошедшие 25 лет ACF в нашем нейрохирургическом отделении прошла эволюцию и в настоящее время представляет собой авторский (параункальный) компромиссный вариант – более безопасный для пациента, чем ACF по Jho, и менее инвазивный для межпозвонкового диска, чем ACFID по Snyder.

Высота МПД является основополагающим параметром в сохранении естественной подвижности сегмента, а уменьшение высоты диска – ключевым радиологическим критерием дегенерации диска [9]. Существенное снижение высоты диска оперированного сегмента, по нашим данным, является наиболее характерным радиологическим изменением после ACF. Уменьшение высоты диска оперированного сегмента в скором времени после ACF уже описано в литературе. Данные по динамике высоты диска до и после ACF представлены в 8 из 32 работ по результатам ACF, при этом во всех статьях измерения проводили по рентгенограммам. Трансункальный вариант ACF (метод Jho), несмотря на попытки сохранить целостность диска, у большинства пациентов приводит к существенному снижению высоты диска

оперированного сегмента – в среднем на 1 мм [6, 10–15].

Hong et al. [10] выявили уменьшение высоты диска оперированного сегмента после трансункального варианта ACF (40 пациентов) на 0,8 мм и верхнего чрестелового варианта ACF (20 пациентов) на 0,3 мм. Измерения проводили через 3 мес. после операции. Авторы сделали вывод, что верхний чрестеловой вариант ACF для сохранения диска лучше, чем трансункальный.

По данным Kim et al. [11], у 82 пациентов (97 трансункальных ACF) высота диска оперированного сегмента через 3,1–8 лет уменьшилась в среднем на 1 мм. Изменение высоты диска до ACF и в ближайшем периоде после ACF выявлено не было, однако у большинства пациентов диск уменьшился по высоте в первые 3 мес. после ACF. Уменьшение высоты диска коррелировало со степенью хирургической инвазии диска и с диаметром фрезевого канала. По данным авторов, диаметр фрезевого канала более 4,7 мм является критическим для дегенерации диска. Определено, что степень инвазии диска имеет большее значение, чем диаметр фрезевого канала, в качестве причины уменьшения высоты диска после ACF. Авторы пишут: «Для спасения высоты диска мы рекомендуем избегать любого его повреждения во время ACF» [11].

Park et al. [12] выполнили ACF (трансункальный вариант) 50 пациентам и выявили уменьшение высоты диска у всех оперированных пациентов. Учитывая, что высота смежных дисков после ACF уменьшилась незначительно по сравнению с оперированным, авторы считают основной причиной существенной дегенерации диска на оперированном сегменте хирургическую инвазию. ACF у пациентов с нормальным диском или с незначительными дегенеративными изменениями обычно приводит к более быстрому и существенному уменьшению высоты диска, чем у пациентов, у которых диск имеет признаки средней или выраженной дегенерации. В связи с этим авторы

рекомендуют пациентам с незначительной дегенерацией диска применять PCF или ADR [12]. А.О. Гуца считает, что при мягком латеральном секвестре «наиболее целесообразно применение PCF». ACF автор использует при корешковой компрессии остеофитом [16]. Cornelius et al. [17] также применяют ACF только при жесткой корешковой компрессии.

По результатам исследования Han et al. [6], у 24 пациентов после ACF (трансункальный вариант) высота диска на оперированном сегменте уменьшилась в среднем на 1 мм при финальном осмотре через 6,4–9,8 года. Степень инвазии диска при ACF коррелирует с уменьшением высоты диска, уменьшением его подвижности, а также формированием остеофитов. Авторы сделали вывод, что «интраоперационная инвазия диска во время ACF могла быть триггером дегенерации диска» [6].

По данным Son et al. [13], у 62 пациентов после ACF (трансункальный вариант) высота диска на оперированном сегменте через год уменьшилась в среднем на 0,6 мм и на 1,06 мм при финальном осмотре через 10,0–14,5 года. С целью минимизировать хирургическую травму диска Choi et al. [8] предложили ACF в варианте чрестелового доступа (через середину тела позвонка). Несмотря на все попытки сохранить диск интактным, оперированный диск уменьшился по высоте на 0,4 мм по рентгенограммам преимущественно в первые 3 мес. после ACF.

Kim et al. [14] провели анализ динамики высоты диска после ACF и PCF по рентгенограммам и пришли к выводу, что высота диска после PCF в течение одного года существенно не изменилась, тогда как после ACF высота диска через 1 мес., 6 мес. и 1 год уменьшилась на 0,4, 0,6 и 0,6 мм соответственно. Таким образом, по данным Kim et al. [14], высота диска уменьшается в первые 6 мес. после ACF, в дальнейшем высота диска стабилизируется, при этом наиболее существенное уменьшение высоты диска происходит в течение первого месяца после ACF. Незначительное изменение высо-

ты диска оперированного сегмента во всех работах после PCF указывает на важный вывод: разрыв диска с формированием секвестра не провоцирует ускоренную дегенерацию диска.

По нашим данным, после параункального варианта АСФ высота МПД на оперированном сегменте уменьшилась в среднем на 1,8 мм (по результатам КТ). Уменьшение высоты диска оперированного сегмента после АСФ у пациентов с мягкой компрессией более существенное (2,1 мм), чем у пациентов с фораминальным стенозом (1,3 мм), что обусловлено более выраженной исходной дегенерацией диска при фораминальном стенозе. При этом в наибольшей степени диск дегенерирует в первые 3–6 мес. после АСФ. Это согласуется с данными других авторов [8, 10, 14]. В литературе мы не встретили работ, где высоту МПД до и после АСФ измеряли по данным КТ.

В нашей серии спонтанный костный блок выявлен у 2 (4 %) пациентов. Причиной формирования спонтанного костного блока является полная дегенерация диска с формированием фиброзного сращения, которое в дальнейшем фиксируется краевыми остеофитами [18]. Такой исход является типичным для АСД. Параункальный вариант АСФ, а также другие чрездисковые варианты АСФ являются по сути миниатюрной или минималистичной АСД [19]. Наибольшая встречаемость спонтанного блока после АСФ представлена в работе Pechlivanis et al. [20]: из 96 пациентов через 2 года после АСФ спонтанный блок выявлен у 28,6 % пациентов. Авторы сделали вывод, что ункофораминотомия не может сохранить двигательный сегмент у каждого пациента. В работах других авторов спонтанный костный блок в отдаленном периоде после АСФ выявлен в 1 % [2], 4 % [3], 10 % [11], 10,1 % случаев [12]. Таким образом, по данным литературы, а также по результатам нашего исследования, АСФ неизбежно вызывает существенную дегенерацию МПД оперированного сегмента, несмотря на все попытки

минимизировать его хирургическую инвазию.

Подвижность оперированного сегмента после АСФ может быть вызвана двумя разными причинами. Первая – это естественная подвижность сегмента вследствие относительной сохранности диска (Farfan >0), вторая – подвижность сегмента при коллапсе диска (Farfan = 0) за счет формирования фиброзного сращения [18]. Такая подвижность может сочетаться с нестабильностью оперированного сегмента. Подвижность оперированного сегмента после АСФ в отдаленном периоде количественно измерена лишь по данным единичных исследований. В этих работах показано существенное уменьшение подвижности оперированного сегмента по сравнению со смежными уровнями после АСФ [7, 12]. При этом методы измерения подвижности сегментов в работах разные. Мы исследовали динамику подвижности оперированного и смежных сегментов методом измерения межостистого расстояния по данным функциональных рентгенограмм. Данный метод, по мнению Ohtake et al. [7], является наиболее точным. Убедительную подвижность оперированного сегмента (≥ 3 мм) мы определили у 31 (62 %) пациента, при этом подвижность оперированного сегмента оказалась примерно вдвое меньше подвижностей смежных сегментов. Существенное уменьшение подвижности оперированного сегмента, по нашим данным и данным литературы, обусловлено существенной дегенерацией диска оперированного сегмента.

Учитывая незначительное (0,2 мм) уменьшение высоты смежных дисков в нашей серии, наиболее вероятно обусловленное естественными дегенеративными изменениями, мы считаем, что АСФ не оказывает существенного влияния на дегенерацию смежных уровней. Аналогичный вывод делают другие авторы [7, 12, 13].

Представляет интерес клиническая корреляция выявленных радиологических изменений. Многие авторы считают, что боль в шее и плече

после АСФ обусловлена ятрогенной нестабильностью оперированного сегмента, хотя часто не подтверждена рентгенологически в соответствии с критериями White – Panjabi (смещение $\geq 3,5$ мм или ангуляция $> 11^\circ$). Возможно, что применение более чувствительных шкал, таких как шкала Guigui (смещение > 2 мм или ангуляция $> 5^\circ$), будет более точным для верификации нестабильности шейного отдела позвоночника после АСФ [21]. Некоторые авторы считают, что к нестабильности после АСФ predisposes ункэктомия. Мы не выявили корреляции между существенными болями в шее после АСФ и ункэктомией. Также единственный случай рентгенологически подтвержденной нестабильности после АСФ в нашей серии был у пациента с префораминальным секвестром, которому ункэктомию не проводили. По нашим данным, появление или усиление болей в шее и/или плече после АСФ коррелирует с коллапсом МПД оперированного сегмента. Аналогичную корреляцию выявили и другие авторы [11]. Однако клинико-радиологические корреляции не являются целью данной статьи и будут подробно представлены в следующей работе.

Заключение

АСФ позволяет сохранить МПД у 58 % пациентов и убедительную подвижность в оперированном сегменте у 76 % пациентов, при этом диск сохранен в сочетании с убедительной подвижностью только у 50 % пациентов. Подвижность оперированного сегмента снижена и составила примерно половину от подвижности смежных сегментов. АСФ у всех пациентов приводит к значительному уменьшению высоты МПД на оперированном уровне (в среднем на 1,8 мм) в период от 3 до 93 мес. (в среднем 22 мес.) после операции. Таким образом, в 84 % случаев после АСФ сохраняется МПД и/или подвижность оперированного сегмента.

Литература/References

- Gao QY, Wei FL, Zhu KL, Zhou CP, Zhang H, Cui WX, Li T, Qian JX, Hao DJ. Clinical efficacy and safety of surgical treatments in patients with pure cervical radiculopathy. *Front Public Health*. 2022;10:892042. DOI: 10.3389/fpubh.2022.892042
- Jho HD. Failed anterior cervical foraminotomy. *J Neurosurg*. 2003;98(2 Suppl): 121–125; discussion 125. DOI: 10.3171/spi.2003.98.2.0121
- Snyder GM, Bernhardt M. Anterior cervical fractional interspace decompression for treatment of cervical radiculopathy. A review of the first 66 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(246):92–99.
- Elliott DM, Yerramalli CS, Beckstein JC, Boxberger JI, Johannessen W, Vresilovic EJ. The effect of relative needle diameter in puncture and sham injection animal models of degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:588–596. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318166e0a2
- Nassar A, Lee JY, Bashir RS, Rihn JA, Eck JC, Kang JD, Lim MR. Does incorrect level needle localization during anterior cervical discectomy and fusion lead to accelerated disc degeneration? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34:189–92. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181913872
- Han C, Kim MH. Extent of disc degeneration after single-level cervical anterior microforaminotomy analyzed with long-term radiological data. *J Korean Neurosurg Soc*. 2014;56:200–205. DOI: 10.3340/jkns.2014.56.3.200
- Ohtake Y, Hanakita J, Takahashi T, Minami M, Nakamura H, Kawaoka T. Long-term radiological evidence of affected and adjacent segment disease after anterior cervical foraminotomy. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2020;60:492–498. DOI: 10.2176/nmc.0a.2020-0053
- Choi G, Lee SH, Bhanot A, Chae YS, Jung B, Lee S. Modified transcorporeal anterior cervical microforaminotomy for cervical radiculopathy: a technical note and early results. *Eur Spine J*. 2007;16:1387–1393. DOI: 10.1007/s00586-006-0286-6
- Pfaffmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:1873–1878. DOI: 10.1097/00007632-200109010-00011
- Hong WJ, Kim WK, Park CW, Lee SG, Yoo CJ, Kim YB, Jho HD. Comparison between transuncal approach and upper vertebral transcorporeal approach for unilateral cervical radiculopathy – a preliminary report. *Minim Invasive Neurosurg*. 2006;49:296–301. DOI: 10.1055/s-2006-954828
- Kim MH. Clinical and radiological long-term outcomes of anterior microforaminotomy for cervical degenerative disease. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38:1812–1819. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31827ddd9e
- Park YK, Moon HJ, Kwon TH, Kim JH. Long-term outcomes following anterior foraminotomy for one- or two-level cervical radiculopathy. *Eur Spine J*. 2013;22:1489–1496. DOI: 10.1007/s00586-013-2712-x
- Son S, Kim WK, Lee SG, Ahn Y. Long-term outcomes after microscopic anterior cervical foraminotomy with a minimum 10-year follow-up. *World Neurosurg*. 2019;122:e67–e80. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.09.049
- Kim SJ, Seo JS, Lee SH, Bae J. Comparison of anterior cervical foraminotomy and posterior cervical foraminotomy for treating single level unilateral cervical radiculopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019;44:1339–1347. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003081
- Klimov VS, Kelmakov VV, Clyde BL, Evsyukov AV, Loparev EA, Amelina EV, Bervitskiy AV, Ponomarenko AP, Rzaev JA. Long-term clinical and radiological outcomes of anterior uncoforaminotomy for unilateral single-level cervical radiculopathy: retrospective cohort study. *Spine J*. 2021;21:915–923. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.01.024
- Григорян Ю.А., Степанян М.А., Онощенко Е.В., Кадин Л.А., Химочко Е.Б., Лунина Е.С. Микрохирургическая передняя фораминотомия при спондилогенной цервикальной радикулопатии (комментарий А.О. Гуши). *Вопросы нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко*. 2008;(2):31–35. [Grigoryan YuA, Stepanyan MA, Onopchenko EV, Kadin LA, Khimochko EB, Lunina ES. Microsurgical anterior foraminotomy in spondylogenic cervical radiculopathy (commentary by A.O. Gushcha). *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2008;(2):31–35]. EDN: JVBKZX
- Cornelius JF, Bruneau M, George B. Microsurgical cervical nerve root decompression via an anterolateral approach: clinical outcome of patients treated for spondylotic radiculopathy. *Neurosurgery*. 2007;61:972–980; discussion 980. DOI: 10.1227/01.neu.0000303193.64802.8f
- Feiz-Erfan I, Klopfenstein JD, Bambakidis NC, Sonntag VK. Surgical management of cervical disc disease: from no fusion to fusion and back again. *Clin Neurosurg*. 2005;52:331–337.
- White BD, Buxton N, Fitzgerald JJ. Anterior cervical foraminotomy for cervical radiculopathy. *Br J Neurosurg*. 2007;21:370–374. DOI: 10.1080/02688690701441340
- Pechlivanis I, Brenke C, Scholz M, Engelhardt M, Harders A, Schmieder K. Treatment of degenerative cervical disc disease with uncoforaminotomy – intermediate clinical outcome. *Minim Invasive Neurosurg*. 2008;51:211–217. DOI: 10.1055/s-2008-1080914
- Guigui P, Benoist M, Deburge A. Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy for spondylotic myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23:440–447. DOI: 10.1097/00007632-199802150-00006

Статья поступила в редакцию 21.07.2025

Рецензирование пройдено 15.01.2026

Подписано в печать 30.01.2026

Received 21.07.2025

Review completed 15.01.2026

Passed for printing 30.01.2026

Дополнительная информация

Вклад авторов. Д.А. Печиборщ – сбор и обработка данных, визуализация, написание первоначального варианта, обязанности контактного автора; В.В. Степаненко – концептуализация, редактирование, контроль; Ю.А. Шулев – концептуализация, редактирование; М.В. Воронова – сбор и обработка данных; Е.А. Карельская – сбор и обработка данных. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Санкт-Петербургского ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2». Протокол этической экспертизы не оформлялся, так как проводимые исследования не выходили за рамки стандартных до- и послеоперационных методов ведения пациентов с данной патологией.

Согласие на публикацию. Все участники добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

✉ Дмитрий Александрович Печиборш, канд. мед. наук; Россия, 194354, Санкт-Петербург, Учебный пер., 5; ORCID: 0000-0001-6465-0916; pechiborsch@mail.ru

Виталий Васильевич Степаненко, канд. мед. наук; eLibrary SPIN: 3265-3018; ORCID: 0000-0002-1881-2088; vstepanenko@mail.ru

Юрий Алексеевич Шулев, д-р мед. наук; ORCID: 0000-0002-0696-0200; yuryshulev@yahoo.com

Майя Викторовна Воронова; ORCID: 0009-0006-0667-7057; voronova1965@yandex.ru

Екатерина Алексеевна Карельская, канд. мед. наук; ORCID: 0009-0000-7234-3633; karelskaya.mrt@yandex.ru

Authors' Info

✉ Dmitry Aleksandrovich Pechiborsch, MD, Cand. Sci. (Medicine); 5 Uchebny pereulok, Saint Petersburg, 194354, Russia; ORCID: 0000-0001-6465-0916; pechiborsch@mail.ru

Vitaly Vasilievich Stepanenko, MD, Cand. Sci. (Medicine); eLibrary SPIN: 3265-3018; ORCID: 0000-0002-1881-2088; vstepanenko@mail.ru

Yury Alekseevich Shulev, MD, Dr. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0002-0696-0200; yuryshulev@yahoo.com

Maya Viktorovna Voronova; ORCID: 0009-0006-0667-7057; voronova1965@yandex.ru

Ekaterina Alekseevna Karelskaia, MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0009-0000-7234-3633; karelskaya.mrt@yandex.ru