

EDN: JNYIBU

УДК 616.711.1-001.5-089:614.86

DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_2\_184



## С5-, С6-РАДИКУЛОПАТИЯ КАК ОСЛОЖНЕНИЕ ЛАМИНОПЛАСТИКИ НА ШЕЙНОМ УРОВНЕ ПОЗВОНОЧНИКА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ И КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Федор Стефанович Говенько<sup>1,2</sup>**

fyodor.govenko@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-3007-6909, SPIN-код: 6806-1882

**Павел Григорьевич Гоман<sup>2</sup>**

pavelgoman@mail.ru, orcid.org/0009-0000-3420-3410

**Иван Павлович Гапонов<sup>2</sup>**

igaponov00@inbox.ru, orcid.org/0009-0009-7254-3948

**Владимир Николаевич Команцев<sup>3</sup>**

emger@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2646-9790, SPIN-код: 7595-0605

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (ул. Академика Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194044)

<sup>2</sup> Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская Александровская больница» (пр. Солидарности, д. 4, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 193312)

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации имени Г. А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации (ул. Бестужевская, д. 50, Санкт-Петербург, Российская Федерация, 195067)

### Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** В ряде случаев после ламинопластики или переднего корпородеза на шейном уровне позвоночника развивается радикулопатия С5-корешка, особенности которой не нашли отражения в отечественной литературе, что может вызывать у врачей затруднения в прогнозировании ее исхода и лечения.

**ЦЕЛЬ.** Представить собственное наблюдение радикулопатии двух – С5- и С6- корешков после ламинопластики и ламинэктомии, его особенности и возможные меры предупреждения столь тяжелого послеоперационного осложнения.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Работа основана на анамнезе, оценке в динамике движений и чувствительности по известной пятибалльной шкале, боли – по визуально-аналоговой шкале, данных магнитно-резонансной томографии и электронейромиографии (ЭНМГ) у пациента 1937 года рождения, которому в одном из учреждений Санкт-Петербурга по показаниям в возрасте 85 лет были выполнены ламинопластика С3-, С4-, С6- и ламинэктомия С5-позвонков в связи со стенозом на этом уровне.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Приведенные клинические и ЭНМГ-данные неоспоримо указали на радикулопатию С5- и С6-корешков, связанную с операцией ламинопластики-ламинэктомии на шейном уровне позвоночника. Частота таких осложнений, по сводным данным литературы, колеблется от 0 до 30 %, составляя в среднем 5,6 %. При этом чем тяжелее степень двигательных расстройств, тем медленнее происходит восстановление, занимая от 3 до 12 месяцев. В то же время в 28 % восстановление оказывается недостаточным даже по прошествии 55+17 месяцев.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** При выполнении ламинопластики и ламинэктомии по поводу стеноза шейного отдела позвоночника есть вероятность развития радикулопатии С5-, С6-корешков, для профилактики которой, с учетом данных литературы, рекомендуется: 1) перед операцией выполнять ЭНМГ с целью выявления признаков субкомпенсированного страдания шейных корешков в зоне операции. Выявление таких признаков дает основания дополнить ламинопластику микрофораминотомией на этом уровне; 2) на этапе доступа сходяще разводить мышцы шеи в стороны с последующим периодическим ослаблением их ретракции; 3) при выполнении ламинопластики ограничивать угол разведения дуг в пределах 15–30°, а при ламинэктомии ширина последней не должна превышать ширину спинного мозга более чем на 2–3 мм; 4) в случаях устранения кифоза во избежание компрессии корешков обращать внимание на ограничение дуги формирования лордоза.

**Ключевые слова:** ламинопластика, радикулопатия, интраоперационная профилактика

**Для цитирования:** Говенько Ф. С., Гоман П. Г., Гапонов И. П., Команцев В. Н. С5-, С6-радикулопатия как осложнение ламинопластики на шейном уровне позвоночника (клиническое наблюдение и краткий обзор литературы) // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2024. Т. XVI, № 2. С. 184–192. DOI: 10.56618/2071-2693\_2024\_16\_2\_184.

**C5-, C6-RADICULOPATHY AS A COMPLICATION OF LAMINOPLASTY AT THE CERVICAL SPINE LEVEL (CLINICAL OBSERVATION AND A BRIEF REVIEW OF THE LITERATURE)****Fedor S. Goven'ko**<sup>1,2</sup>

fyodor.govenko@yandex.ru, orcid.org/0000-0002-3007-6909, SPIN-code: 6806-1882

**Pavel G. Goman**<sup>2</sup>

pavelgoman@mail.ru, orcid.org/0009-0000-3420-3410

**Ivan P. Gaponov**<sup>2</sup>

✉gaponov00@inbox.ru, orcid.org/0009-0009-7254-3948

**Vladimir N. Komantsev**<sup>3</sup>

emgpe@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2646-9790, SPIN-code: 7595-0605

<sup>1</sup> Military Medical Academy named after S. M. Kirov (6 Academician Lebedev street, St. Petersburg, St. Petersburg, Russian Federation, 194044)<sup>2</sup> City Alexander Hospital (4 Solidarity Avenue, St. Petersburg, Russian Federation, 193312)<sup>3</sup> Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G. A. Albrecht (50 Bestuzhevskaya street, St. Petersburg, St. Petersburg, Russian Federation, 195067)**Abstract****INTRODUCTION.** In some cases, after laminoplasty or anterior corporodesis, radiculopathy of the C5 root develops at the cervical level of the spine, the features of which are not reflected in the domestic literature, which may cause doctors difficulties in predicting its outcome and treatment.**AIM.** To present our own observation of radiculopathy of two – C5 and C6 – roots after laminoplasty and laminectomy, its features and possible measures to prevent such a severe postoperative complication.**MATERIALS AND METHODS.** The work is based on anamnesis, assessment of the dynamics of movements and sensitivity on a well-known five-point scale, pain – on a visual analogue scale, data from magnetic resonance imaging and electroneuromyography in a patient born in 1937, who was diagnosed in one of the institutions in St. Petersburg at the age of 85 years, laminoplasty of C3, C4, C6 and laminectomy of the C5 vertebrae were performed due to stenosis at this level.**RESULTS.** The presented clinical and ENMG data indisputably indicated radiculopathy of the C5 and C6 roots associated with the operation of laminoplasty-laminectomy at the cervical level of the spine. The frequency of such complications, according to summary literature data, ranges from 0 to 30 %, averaging 5.6 %. Moreover, the more severe the degree of movement disorders, the slower the recovery occurs, taking from 3 to 12 months. At the same time, in 28 %, recovery is insufficient even after 55+17 months.**CONCLUSION.** When performing laminoplasty and laminectomy for cervical spinal stenosis, there is a possibility of developing radiculopathy of the C5, C6 roots, for the prevention of which, taking into account the literature data, it is recommended: 1) before the operation, perform ENMG to identify signs of subcompensated suffering of the cervical roots in the operation area. Identification of such signs gives grounds to supplement laminoplasty with microforaminotomy at this level; 2) at the access stage, gently spread the neck muscles to the sides, followed by periodic weakening of their retraction; 3) when performing laminoplasty, limit the angle of spread of the arches within 15–30°, and during laminectomy, the width of the latter should not exceed the width of the spinal cord by more than 2–3 mm; 4) in cases of eliminating kyphosis, in order to avoid compression of the roots, pay attention to limiting the arc of lordosis formation.**Keywords:** laminoplasty, radiculopathy, intraoperative prophylaxis**For citation:** Govenko F. S., Goman P. G., Gaponov I. P., Komantsev V. N. C5-, C6-radiculopathy as a complication of laminoplasty at the cervical spine level (clinical observation and a brief review of the literature). *Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov*. 2024;XVI(2):184–192. DOI: 10.56618/2071–2693\_2024\_16\_2\_184.**Введение**

Нарушение проводимости по С5- и С6-корешком приводит к выпадению в той или иной степени, вплоть до паралича, функций дельтовидной, двуглавой, ромбовидных, над-, подостной, плечелучевой мышц и, как следствие, к существенному нарушению движений в плечевом и локтевом суставах.

В зарубежной литературе опубликован ряд сообщений о радикулопатии С5-корешка при хирургическом лечении стеноза позвоночного канала на шейном уровне – после ламинопластики [1–5] или переднего корпорозеса [4–7]. Значительно реже описаны случаи радикулопатии С7- и С8-корешков в сочетании с С5- и С6-корешками или изолированно [1, 2]. В оте-

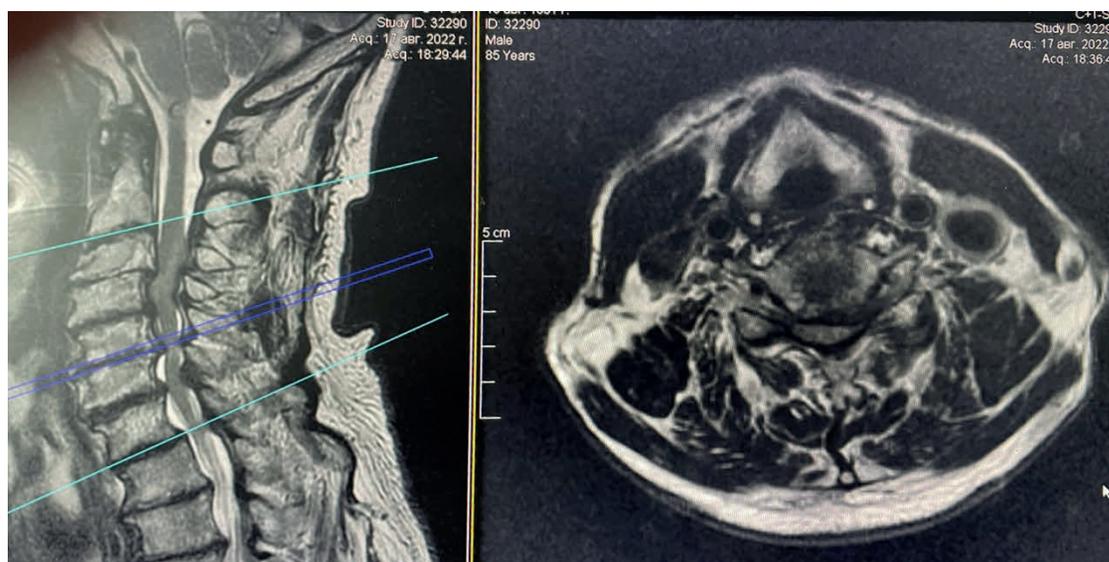
чественной литературе публикаций о радикулопатии, в том числе и сочетанной радикулопатии С5- и С6-корешков после ламинопластики и ламинэктомии на шейном уровне, обнаружить не удалось, что может вызывать у специалистов затруднения профилактики этого осложнения, выбора дальнейшей тактики лечения и прогнозирования исхода.

**Цель** исследования – представить собственное наблюдение радикулопатии двух – С5- и С6- корешков после ламинопластики и ламинэктомии, его особенности и возможные меры предупреждения столь тяжелого послеоперационного осложнения.

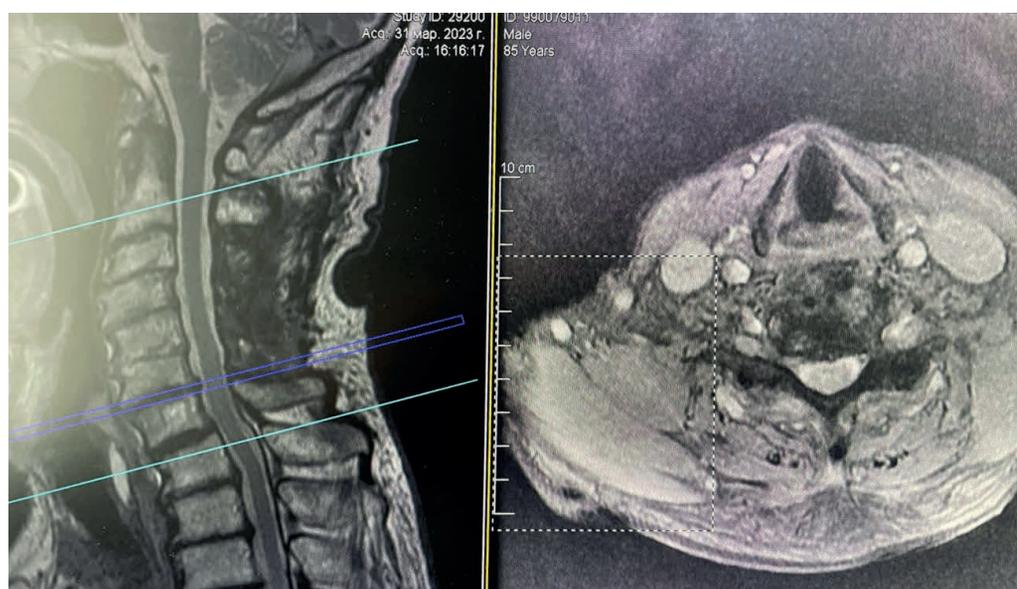
Работа основана на анамнезе, оценке в динамике движений и чувствительности по известной пятибалльной шкале [8–10], боли – по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) [11], данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) и электронейромиографии (ЭНМГ) у пациента

### Материалы и методы исследования

Работа основана на анамнезе, оценке в динамике движений и чувствительности по известной пятибалльной шкале [8–10], боли – по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) [11], данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) и электронейромиографии (ЭНМГ) у пациента



**Рис. 1.** МРТ (режимы T2 и T1) шейного отдела позвоночника пациента К., 85 лет, до операции – признаки стеноза  
**Fig. 1.** MRI (T2 and T1 mode) of the cervical spine patient K., 85 years old, before surgery – signs of stenosis



**Рис. 2.** МРТ (режим T2) шейного отдела позвоночника пациента К., 85 лет, после операции – стеноз устранен  
**Fig. 2.** MRI (T2 mode) of the cervical spine patient K., 85 years old, after surgery – stenosis has been eliminated

1937 года рождения, которому в одном из учреждений Санкт-Петербурга по показаниям в возрасте 85 лет были выполнены ламинопластика С3-, С4-, С6- и ламинэктомия С5-позвонок в связи со стенозом на этом уровне (рис. 1; 2).

### Результаты исследования

При первом осмотре пациента 17 апреля 2023 г., через 5 месяцев после ламинопластики и ламинэктомии, пациент жаловался на нарушение движений в левых плечевом и локтевом суставах – не может отвести руку в сторону, согнуть в локтевом суставе. Отмечает также онемение по наружной поверхности левого плеча и предплечья, вплоть до запястья, сильную боль в зоне онемения. Указанные жалобы появились сразу после операции, улучшения не отмечает.

При объективном осмотре пациента общее состояние удовлетворительное, со стороны внутренних органов – без значимых клинических проявлений. Неврологически – в ясном сознании, речевых нарушений нет. Движения и чувствительность в ногах и в правой руке – 4–5 баллов. Левая рука – гипотрофия дельтовидной, надостной, подостной и плечелучевой мышц, сила их – 0 баллов, сила двуглавой мышцы – 1–2 балла (рис. 3, а, б).

Определяется анестезия по наружной поверхности левого плеча и предплечья. Боль пациент оценил в 5–7 баллов по шкале ВАШ. Пальпация паравертебрально шейного отдела позвоночника слева, в зоне выхода С5-, С6-корешков болезненна. Местно – послеоперационный линейный рубец по линии остистых отростков в шейном отделе (рис. 3, а).

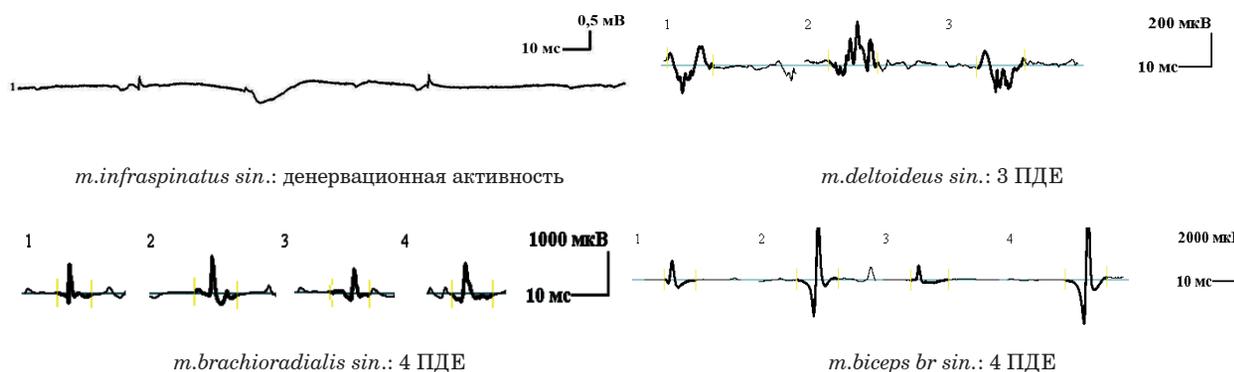
Электронейромиография от 20.04.2023, через 5 месяцев после операции, указала на частичное нарушение проводимости по С5- и С6-корешкам – отсутствие иннервации над- и подостной мышц, минимальная сохранная иннервация дельтовидной, двуглавой, плечелучевой мышц – 3–4 ПДЕ (рис. 4).

Ультразвуковое исследование (18.04.2023) стволов плечевого сплетения и передних ветвей спинномозговых нервов С5–С8 патологических изменений не выявило.

С учетом неврологических, ультразвуковых и ЭНМГ-данных, рекомендовано консервативное лечение с повторной консультацией, которая выполнена 03.07.2023, через 8 месяцев после операции – выявлена некоторая положительная динамика в виде восстановления силы дельтовидной мышцы до 1–2 баллов, двуглавой – до 2–3 баллов, без убедительных призна-



Рис. 3. Пациент К., 85 лет (пояснения даны в тексте)  
Fig. 3. Patient K., 85 years old (explanations in the text)



**Рис. 4.** ЭНМГ пациента К., 85 лет, от 20.04.2023, через 5 месяцев после операции  
**Fig. 4.** ENMG of patient K., 85 years old, on 20.04.2023, 5 months after surgery



**Рис. 5.** Пациент К., 85 лет (пояснения даны в тексте)  
**Fig. 5.** Patient K., 85 years old (explanations in the text)

ков восстановления над- и подостной мышц при сохраняющейся их гипотрофии (рис. 5). Болевой синдром пациент оценивал в 5–7 баллов по ВАШ.

При ЭНМГ от 07.06.2023, через 7 месяцев после операции, отмечена дополнительная положительная динамика в виде появления 3 ПДЕ в подостной мышце, возрастание их числа в двуглавой до 10, в дельтовидной – до 6, в плечелучевой – до 9 (рис. 6).

В августе 2023 г., спустя 9 месяцев после операции, отчетливой динамики при неврологическом осмотре не отмечено: сила дельтовидной мышцы – до 1–2 баллов, двуглавой – до 2–3 баллов, без убедительных признаков восстановления над- и подостной мышц при сохра-

няющейся их гипотрофии и болевом синдроме в 4–5 баллов. В то же время ЭНМГ указала, что положительная динамика сохраняется в виде нарастания до 9 ПДЕ в подостной мышце, интерференции в дельтовидной, двуглавой и плечелучевой мышцах (рис. 7). Болевой синдром уменьшился до 4 баллов.

Лечение пациента в нашем случае включало в себя профилактику перерастяжения тканей и вывиха (подвывиха) в плечевом суставе из-за денервации мышц, для чего были рекомендованы косыночная повязка под локоть, массаж, лечебная гимнастика для предупреждения контрактур, антихолинэстеразные препараты, витамины группы В в таблетках, нестероидные препараты для обезболивания.

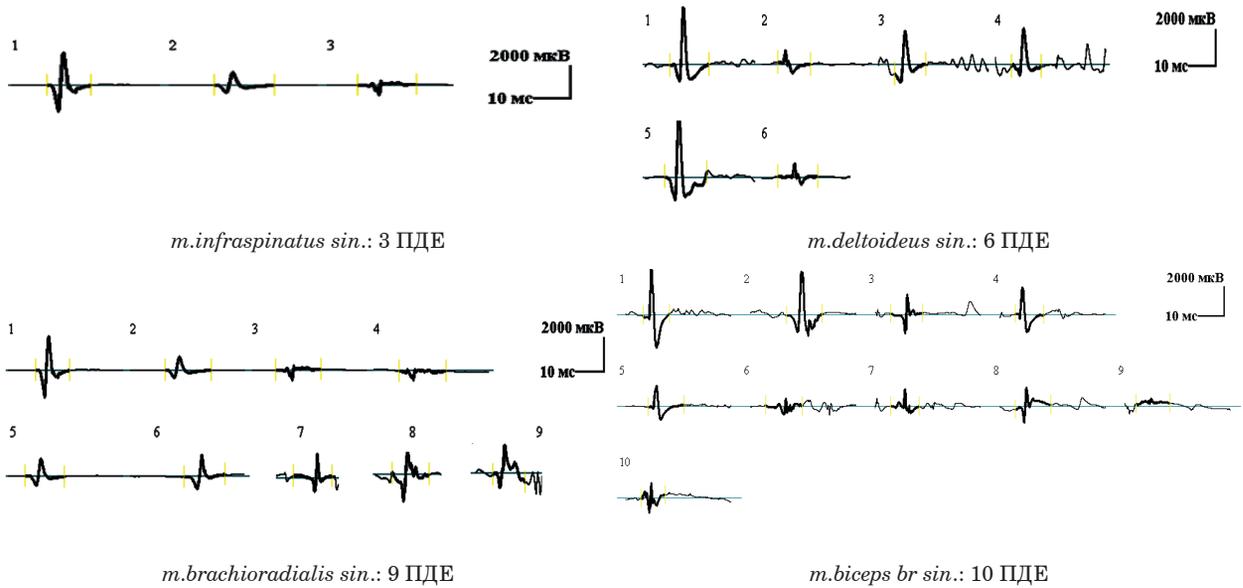


Рис. 6. ЭНМГ пациента К., 85 лет, от 07.06.2023, через 7 месяцев после операции  
 Fig. 6. ENMG of patient K., 85 years old, on 07.06.2023, 7 months after surgery

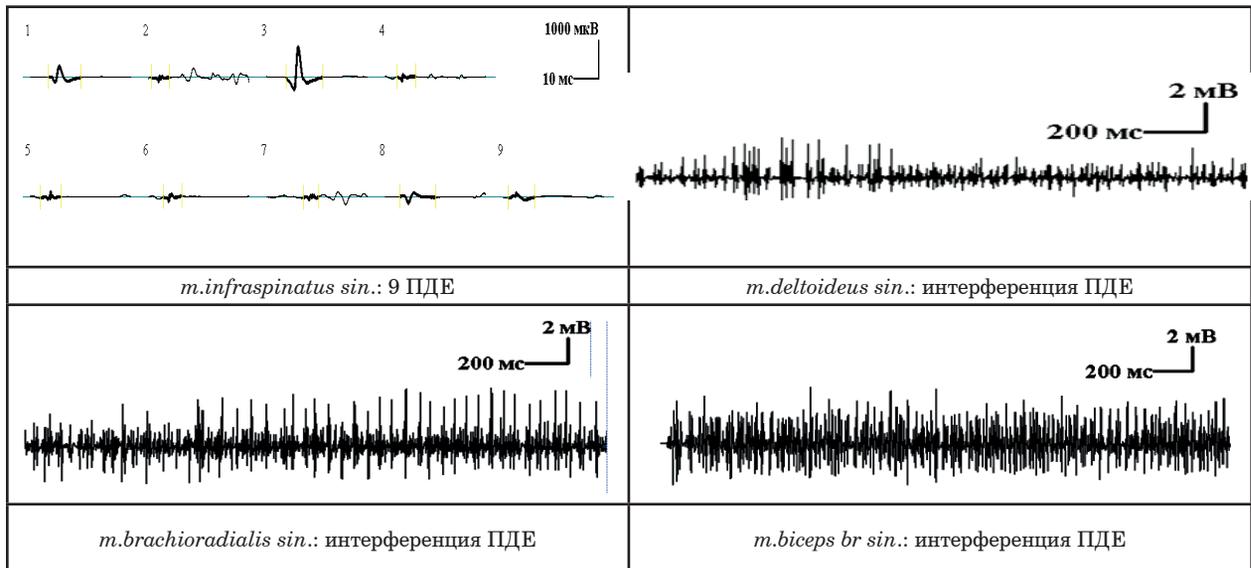


Рис. 7. ЭМГ пациента К., 85 лет, от 29.08.2023, через 9 месяцев после операции  
 Fig. 7. EMG of patient K., 85 years old, on 29.08.2023, 9 months after surgery

**Обсуждение**

Приведенные клинические и ЭНМГ-данные неоспоримо указали на радикулопатию С5- и С6-корешков, связанную с операцией ламинопластики-ламинэктомии на шейном уровне позвоночника. Частота таких осложнений, по сводным данным литературы, колеблется от 0 до 30 %, составляя в среднем 5,6 % [4]. При этом чем тяжелее степень двигательных рас-

стройств, тем медленнее происходит восстановление, занимая от 3 до 12 месяцев [4]. В то же время в 28 % восстановление оказывается недостаточным даже по прошествии 55+17 месяцев [7].

В нашем наблюдении по прошествии 12 месяцев оставалась в той или иной степени слабость мышц в зоне С5- и С6-корешков, что может свидетельствовать о большой тяжести пе-

ренесенного травмирующего механизма, на что может указывать отчасти объем операции, который включал в себя ламинопластику на трех и ламинэктомию на одном уровне. В то же время, несмотря на тяжесть осложнения, отмечается постепенный регресс как расстройств движений, так и болевого синдрома, при том что это пациент старческого возраста – 85 лет, и это может свидетельствовать о высокой регенеративной способности периферической нервной системы.

В настоящее время механизм повреждения С5-корешка связывают с рядом обстоятельств, среди них – возникающая тракция этого корешка в силу имеющихся его анатомических особенностей, которая может быть обусловлена чрезмерным разведением задней группы мышц шеи (*mm. multifidus*) и натягиванием при этом медиальной нервной ветви, отходящей от дорзальной ветви С5-корешка, последний в результате также испытывает тракцию [12], при этом развивается отек мышц, с чем связывают отсроченное в ряде случаев выпадение функции корешка – на 2–3-й день после операции и даже позднее [4, 5].

Щадящие манипуляции на мышцах – одна из мер профилактики этого тяжелого осложнения [12]. В частности, рекомендуется избегать чрезмерного их разведения ранорасширителем, периодически ослабляя ретракцию [5, 13].

Обращают также внимание на роль в развитии радикулопатии суженного межпозвоночного отверстия на уровне выхода корешка, где может иметь место компрессия, и, если таковая имеется, а ЭНМГ выявляет перед операцией субклиническое поражение корешков, рекомендуют прибегать при выполнении ламинопластики дополнительно к микрофораминотомии на заинтересованных уровнях, особенно это важно в случаях устранения кифоза, когда изменение положения позвонков в направлении лордозирования может также привести к сужению межпозвоночного отверстия и компрессии корешка [14].

Ряд авторов полагают, что в ряде случаев после ламинопластики происходит дорзальное смещение спинного мозга, и С5-корешок натягивается и подвергается компрессии в межпозвоночном отверстии [15–17]. С целью профи-

лактики предлагают угол разведения пластин дужек «открывать» в пределах 15–30° [18].

В случаях ламинэктомии некоторые авторы для профилактики дорзального смещения спинного мозга не рекомендуют резекцию пластин дуги шире 2–3 мм от латерального края спинного мозга [19].

Применение названных профилактических мер позволило существенно снизить частоту осложнений при ламинопластике – с 8,1 % без фораминотомии до 0 % при ее выполнении [14], с 6,4 до 1,4 % [15] и с 4,2 % без фораминотомии и до 0,6 % при ее выполнении [20], а при ограничении ширины ламинэктомии – с 9,2 до 1,2 % [19].

В литературе отмечают также, что нельзя полностью исключить и возможность непреднамеренного повреждения спинного мозга или корешков прямым воздействием хирурга [21], например, ретрактором или нагревающимся бором, как это указывали в литературе [22]. Правда, объяснить этим преобладание в публикациях случаев поражения именно С5-корешка по прошествии нескольких дней после операции не представляется возможным [4, 5].

Обсуждается в литературе также возможность влияния на развитие радикулопатии С5-корешка проходящей ишемии в зоне передних рогов спинного мозга [23], наличие дефекта серого вещества на уровне соответствующего сегмента спинного мозга [24], эффект реперфузии после декомпрессии [25], однако без убедительных доказательств [4, 5], что позволяет некоторым авторам считать механизм развития радикулопатии после ламинопластики до конца не ясным [5].

## Заключение

При выполнении ламинопластики и ламинэктомии по поводу стеноза шейного отдела позвоночника есть вероятность развития радикулопатии С5-, С6-корешков, для профилактики которой, с учетом данных литературы, рекомендуются:

- 1) перед операцией выполнять ЭНМГ с целью выявления признаков субкомпенсированного страдания шейных корешков в зоне операции. Выявление таких признаков дает осно-

вания дополнить ламинопластику микрофора-минотомией на этом уровне;

2) на этапе доступа щадяще разводить мышцы шеи в стороны с последующим периодиче-ским ослаблением их ретракции;

3) при выполнении ламинопластики огра-ничивать угол разведения дуг в пределах 15–30°, а при ламинэктомии ширина последней не должна превышать ширину спинного мозга бо-лее чем на 2–3 мм;

4) в случаях устранения кифоза во избежа-ние компрессии корешков обращать внимание на ограничение дуги формирования лордоза.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсут-ствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

**Соблюдение прав пациентов и правил биоэ-тики.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хель-синкской декларации Всемирной медицинской асо-циации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

## Литература / References

- Hirabayashi K., Satomi K., Ichimura M. et al. Complications of expansive open-door laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine. *Rinsho Seikei Geka*. 1988;(23):509–515.
- Tsuzuki N., Tanaka H., Abe R. et al. Cervical radiculopathy occurring after the posterior decompression of the cervical spinal cord. *Rinsho Seikei Geka*. 1991;(26):525–534.
- Sasai K., Saito T., Akagi S., Kato I., Ohnari H., Iida H. Preventing C5 palsy after laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(17):1972–7. Doi: 10.1097/01.BRS.0000083237.94535.46. PMID: 12973145.
- Sakaura H., Hosono N., Mukai Y. et al. C5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy: review of the literature. *Spine*. 2003;28(21):2447–2451. Doi: 10.1097/01.BRS.0000090833.96168.3F.
- Hirabayashi S., Kitagawa T., Yamamoto I., Yamada K., Kawano H. Postoperative C5 Palsy: Conjectured Causes and Effective Countermeasures. *Spine Surg Relat Res*. 2018;3(1):12–16. Doi: 10.22603/ssr.2018-0016. PMID: 31435546. PMCID: PMC6690123.
- Hashimoto M., Mochizuki M., Aiba A., Okawa A., Hayashi K., Sakuma T., Takahashi H., Koda M., Takahashi K., Yamazaki M. C5 palsy following anterior decompression and spinal fusion for cervical degenerative diseases. *Eur Spine J*. 2010;19(10):1702–1710. Doi: 10.1007/s00586-010-1427-5. PMID: 20461418. PMCID: PMC2989233.
- Odate S., Shikata J., Yamamura S., Okahata A., Kawaguchi S., Tanaka C. Insufficient Recovery From C5 Palsy Following Anterior Cervical Decompression and Fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022;47(5):423–429. Doi: 10.1097/BRS.0000000000004225 PMID: 34545046.
- Seddon H. *Surgical disorders of the peripheral nerves*. Edinburg; 1972.
- Григорович К. А. Хирургическое лечение повреждений нервов. Л.: Медицина, 1982. [Grigorovich K. A. Surgical treatment of nerve injuries. Leningrad: Medicine; 1982. (In Russ.)].
- Говенько Ф. С. Хирургия повреждений периферических нервов. СПб., 2010. [Govenko F. S. Surgery of peripheral nerve injuries. SPb.; 2010. (In Russ.)].
- The management of chronic pain in older persons: AGS Panel on Chronic Pain in Older Persons; American Geriatrics Society. *J Am Geriatr Soc*. 1998;46(5):635–651. Doi: 10.1111/j.1532-5415.1998.tb01084.x. Erratum in: *J Am Geriatr Soc*. 1998;46(7):913. PMID: 9588381.
- Usami Y., Nakaya Y., Hayama S., Nakano A., Fujishiro T., Neo M. Impact of Multifidus Muscle Swelling on C5 Palsy After Cervical Laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2020;45(1):E10–E17. Doi: 10.1097/BRS.0000000000003205 PMID: 31415464.
- Hirabayashi S., Matsushita T. Two types of laminoplasty for cervical spondylotic myelopathy at multiple levels. *ISRN Orthop*. 2011;(2011):637185. Doi: 10.5402/2011/637185.
- Sasai K., Saito T., Akagi S. et al. Preventing C5 palsy after laminoplasty. *Spine*. 2003;28(17):1972–1977. Doi: 10.1097/01.BRS.0000083237.94535.46.
- Katsumi K., Yamazaki A., Watanabe K., Ohashi M., Shoji H. Can prophylactic bilateral C4/C5 foraminotomy prevent postoperative C5 palsy after open-door laminoplasty?: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(9):748–754. Doi: 10.1097/BRS.0b013e3182326957. PMID: 21912316.
- Baba S., Ikuta K., Ikeuchi H., Shiraki M., Komiya N., Kitamura T., Senba H., Shidahara S. Risk Factor Analysis for C5 Palsy after Double-Door Laminoplasty for Cervical Spondylotic Myelopathy. *Asian Spine J*. 2016;10(2):298–308. Doi: 10.4184/asj.2016.10.2.298. PMID: 27114771. PMCID: PMC4843067.
- Shiozaki T., Otsuka H., Nakata Y., Yokoyama T., Takeuchi K., Ono A., Numasawa T., Wada K., Toh S. Spinal cord shift on magnetic resonance imaging at 24 hours after cervical laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(3):274–279. Doi: 10.1097/BRS.0b013e318194e275. PMID: 19179922.
- Zhang H., Lu S., Sun T., Yadav S. K. Effect of lamina open angles in expansion open-door laminoplasty on the clinical results in treating cervical spondylotic myelopathy. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28(3):89–94. Doi: 10.1097/BSD.0b013e3182695295. PMID: 22832551.
- Nori S., Aoyama R., Ninomiya K., Yamane J., Kitamura K., Ueda S., Shiraiishi T. Cervical laminectomy of limited width prevents postoperative C5 palsy: a multivariate analysis of 263 muscle-preserving posterior decompression cases. *Eur Spine J*. 2017;26(9):2393–2403. Doi: https://doi.org/10.1007/s00586-017-5202-8. PMID: 28660373
- Komagata M., Nishiyama M., Endo K., Ikegami H., Tanaka S., Imakiire A. Prophylaxis of C5 palsy after cervical expansive laminoplasty by bilateral partial foraminotomy. *Spine J*. 2004;4(6):650–655. Doi: 10.1016/j.spinee.2004.03.022. PMID: 15541697.
- Iwamoto Y., Fujimura S., Nishi Y. et al. Neurological complications in early 2450 stage after expansive open-door laminoplasty (in Japanese). *Bessatsu Seikeigeka*. 1996;(29):200–204.
- Takenaka S., Hosono N., Mukai Y., Tateishi K., Fuji T. Significant reduction in the incidence of C5 palsy after cervical laminoplasty using chilled irrigation water. *Bone Joint J*. 2016;98-B(1):117–124. Doi: 10.1302/0301-620X.98B1.36042. PMID: 26733524.
- Komagata M., Nishiyama M., Endoh K. et al. Clinical study of the post operative C5 palsy after cervical expansive

- laminoplasty; Efficacy of bilateral partial foraminotomy for the prevention the C5 palsy (in Japanese). *J Jpn Spine Res Soc* 2002;(131):237.
24. Shimizu T., Shimada H., Edakuni H. Post-laminoplasty palsy of upper extremities, with special reference to the spinal cord factors (in Japanese). *Bessatsu Seikeigeka*. 1996;(29):188–194.
25. Chiba K., Toyama Y., Matsumoto M., Maruiwa H., Watanabe M., Hirabayashi K. Segmental motor paralysis after expansive open-door laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(19):2108–2115. Doi: 10.1097/00007632-200210010-00006. PMID: 12394922.

### Сведения об авторах

*Федор Стефанович Говенько* – доктор медицинских наук, профессор кафедры нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия);

*Павел Григорьевич Гоман* – заведующий Первым нейрохирургическим отделением Александровской больницы (Санкт-Петербург, Россия);

*Иван Павлович Гапонов* – врач-нейрохирург Александровской больницы (Санкт-Петербург, Россия);

*Владимир Николаевич Команцев* – доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии и реабилитации Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г. А. Альбрехта (Санкт-Петербург, Россия).

### Information about the authors

*Fedor S. Goven'ko* – Dr. of Sci. (Med.), Professor at the Department of Neurosurgery, Military Medical Academy named after S. M. Kirov (St. Petersburg, Russia);

*Pavel G. Goman* – Head at the First Neurosurgical Department, City Alexander Hospital (St. Petersburg, Russia);

*Ivan P. Gaponov* – Neurosurgeon, City Alexander Hospital (St. Petersburg, Russia);

*Vladimir N. Komantsev* – Dr. of Sci. (Med.), Professor at the Department of Neurology and Rehabilitation, Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G. A. Albrecht (St. Petersburg, Russia).

Принята к публикации 06.05.2024

Accepted 06.05.2024