

ISSN 2311-4495
ISSN 2410-5155 (Online)
УДК 616.833.7-006.38.03
<https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-6-576-583>

Секторальный шванноматоз седалищного нерва: клинико-хирургические аспекты

А. В. Городнина, Д. А. Ситовская, А. Ю. Орлов

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова — филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения
«Национальный медицинский исследовательский центр имени
В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской
Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Городнина Ангелина Викторовна,
РНХИ им. проф. А. Л. Поленова —
филиал ФГБУ «НМИЦ им.
В. А. Алмазова» Минздрава России,
ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург,
Россия, 191014.
E-mail: angelinagorodnina@gmail.com

Резюме

Шванномы — наиболее распространенные доброкачественные опухоли периферических нервов и спинномозговых корешков. В свою очередь секторальный шванноматоз — редко встречающееся заболевание (0,58 случая на 1 млн человек), при котором происходит поражение одного нервного ствола множественными опухолями без наличия патологических очагов в других анатомических областях. В отличие от системных форм нейрофиброматоза, для секторального шванноматоза не характерны кожные проявления и наличие двусторонних вестибулярных шванном, что делает его диагностику особенно сложной. За последнее десятилетие в литературе описано всего несколько случаев секторального шванноматоза седалищного нерва.

В данной публикации представлен редкий клинический случай пациентки с секторальным шванноматозом седалищного нерва и его ветвей, потребовавший хирургического лечения. По данным нейровизуализации (МРТ, УЗИ) были обнаружены множественные объемные образования, распространяющиеся по ходу седалищного нерва в нижней трети бедра и по ходу большеберцового нерва в верхней трети голени и подколенной области. Общая протяженность пораженного участка нерва составила до 20 см, при этом опухоли имели неоднородную эхоструктуру и обильную васкуляризацию по данным доплерографии. Клиническая картина представлена некупируемым нейропатическим болевым синдромом. Данных за наличие опухолей других нервов не было.

Пациентке выполнено оперативное вмешательство в объеме удаления 5 опухолевых узлов с применением прямой стимуляции нерва (ЭНФ-мониторинг), что позволило дифференцировать функционально значимые пучки от ткани опухоли и избежать их повреждения. В послеоперационном периоде функция нерва полностью сохранена, а болевой синдром регрессировал до 1 балла по визуальной аналоговой шкале в течение первых пяти суток.

Также представлен обзор литературы по теме. Учитывая редкость данной патологии, необходимо накопление клинического опыта, в связи с чем каждый выявленный случай секторального шванноматоза требует подробного описания.

Ключевые слова: шванноматоз, седалищный нерв, секторальный шванноматоз, опухоль периферических нервов, шваннома, нейрофиброматоз

Для цитирования: Городнина А.В., Ситовская Д.А., Орлов А.Ю. Секторальный шванноматоз седалищного нерва: клинико-хирургические аспекты. *Трансляционная медицина*. 2025;12(6):576-583. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-6-576-583>; <https://elibrary.ru/XPCNPO>

Sectoral schwannomatosis of the sciatic nerve: Clinical and Surgical Aspects

Angelina V. Gorodnina, Darya A. Sitovskaya, Andrey Yu. Orlov

Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery — branch of the A.V. Almazov NMRC, St. Petersburg, Russia

Corresponding author:

Angelina V. Gorodnina,
A. L. Polenov RSRGN — branch of the A.V.
Almazov NMRC,
12 Mayakovskaya str., St. Petersburg, Russia,
191014.
E-mail: angelinagorodnina@gmail.com

Abstract

Schwannomas are the most common benign tumors of peripheral nerves and spinal nerve roots. Sectoral schwannomatosis, in turn, is a rare condition (0.58 cases per 1 million people) characterized by multiple tumors affecting a single nerve trunk, with no pathological lesions in other anatomical areas. Unlike systemic forms of neurofibromatosis, sectoral schwannomatosis typically lacks cutaneous manifestations and bilateral vestibular nerve involvement, making diagnosis particularly challenging. Over the past decade, only a few cases of sectoral schwannomatosis involving the sciatic nerve have been reported in the literature.

Herein, we present a rare clinical case of a female patient with sectoral schwannomatosis of the sciatic nerve and its branches requiring surgical intervention. Neuroimaging (MRI and ultrasound) revealed multiple mass lesions extending along the sciatic nerve in the distal third of the thigh, as well as along the tibial nerve in the proximal third of the lower leg and the popliteal region. The total length of the involved nerve segment reached up to 20 cm, with tumors exhibiting heterogeneous structure and pronounced vascularization on Doppler imaging. The clinical presentation featured intractable neuropathic pain. No tumors were found in other nerves.

The patient underwent surgical removal of five tumor nodules using direct nerve stimulation (intraoperative neuromonitoring), which allowed for clear differentiation between functionally significant nerve fascicles and tumor tissue, thereby preventing their damage. Postoperatively, nerve function was fully preserved, and pain regressed to 1 point on the visual analogue scale within the first five days.

A review of the relevant literature is also provided. Given the rarity of this pathology, accumulation of clinical experience is essential; therefore, each identified case of sectoral schwannomatosis warrants a detailed description.

Keywords: schwannomatosis, sciatic nerve, sectoral schwannomatosis, tumor of peripheral nerves, schwannoma, neurofibromatosis

For citation: Gorodnina AV, Sitovskaya DA, Orlov AYU. Sectoral schwannomatosis of the sciatic nerve: Clinical and Surgical Aspects. *Translational Medicine*. 2025;12(6):576-583. (In Russ.) <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2025-12-6-576-583>; <https://elibrary.ru/XPCNPO>

Список сокращений: ВАШ — визуальная аналоговая шкала, МРТ — магнитно-резонансная томография, УЗИ — ультразвуковое исследование, ЭНМГ — электронейромиография, ЭНФ-мониторинг — электронейрофизиологический мониторинг, Т2-ВИ — Т2-взвешенное изображение, ЦДК — цифровое доплеровское картирование, PD FS (Proton density with fat saturation) — последовательность с жироподавлением.

Введение

Шванноматоз — это заболевание, характеризующееся развитием множественных доброкачественных опухолей из шванновских клеток, поражающих один или несколько нервов. Шванноматоз является относительно новой патологией, описанной в последние несколько десятилетий. Секторальный шванноматоз — это состояние, характеризующееся развитием периферических шванном, поражающих нерв одной

конечности или спинальными шванномами на 5 смежных уровнях, при отсутствии двусторонних вестибулярных шванном [1].

Случаи секторального шванноматоза крайне редки, частота встречаемости — 0,58 случая на 1 000 000 человек [2]. Дифференциация шванноматоза от нейрофиброматоза 1 или 2 типа является серьезной проблемой в диагностике — несмотря на то, что генетическое происхождение, течение заболевания и фенотипические характеристики могут отличаться, важно обращать внимание на клинические проявления, чтобы иметь возможность поставить правильный диагноз. Случаи шванноматоза, локализованного в седалищном нерве, в литературе встречаются крайне редко.

Данная публикация посвящена редкому случаю секторального шванноматоза седалищного нерва у молодой пациентки.

Клинический случай

Пациентка М., 37 лет обратилась на консультацию по поводу выраженных (до 10 баллов по ВАШ) болей в левой ноге, а именно в подколенной области, нижней части бедра, верхней трети голени.

При поступлении в клинической картине болевой синдром до 10 баллов по ВАШ, некупируемый приемом медикаментов. При пальпации в подколенной области определяются резко болезненные округлые, плотные узлы. Тест Тинеля положительный. У пациентки не было семейного анамнеза нейрофиброматоза, при осмотре на коже пятен цвета кофе с молоком не обнаружено, не было видимых признаков катаракты при офтальмологическом осмотре.

По данным МРТ головного мозга объемных образований в области мосто-мозжечкового угла нет.

По данным УЗИ периферических нервов нижних конечностей: левый седалищный нерв под грушевидной и большой ягодичной мышцами визуализируется неотчетливо, в его проекции патологические образования не определяются. На бедре в структуре нерва лоцируются множественные объемные образования, овоидной формы, с четкими ровными контурами, неоднородной эхоструктуры, резко неравномерно сниженной эхогенности, при ЦДК обильно васкуляризованные. Размеры образований: на границе нижней и средней трети бедра образование № 1 — 37х30х25 мм; в подколенной области образование № 12 — 44х23х18 мм, образование прилежит к подколенной вене, компримирует ее частично. Ниже бифуркации седалищного нерва: левый большеберцовый нерв на всем протяжении неравномерной толщины, на уровне средней трети голени в структуре нерва объемные образования, овоидной формы, с четкими ровными контурами, неоднородной эхоструктуры, резко неравномерно сниженной эхогенности, при

ЦДК обильно васкуляризованные, размерами 3х4х3 мм и 5х3х3 мм; на уровне медиальной лодыжки на 10 мм проксимальнее места деления нерва, в толще нерва аналогичное по структуре объемное образование № 13 размерами 22х22х17 мм.

Малоберцовый нерв на всем протяжении без патологических изменений.

По данным МРТ: на серии МР-томограмм, взвешенных по T1, T2 и протонной плотности с подавлением сигнала от жировой ткани в стандартных проекциях, визуализируются структуры нижней половины бедра и верхней половины голени.

В задних отделах нижней трети бедра и подколенной области по ходу сосудисто-нервного пучка определяется цепочка разнокалиберных узловых образований, связанных между собой, округлой и овоидной формы, с четкими контурами, гиперинтенсивных на T2-ВИ и PD FS, общей протяженностью до 20 см, с размерами наиболее крупных узлов до 33х28х32 мм на уровне бедра, 21х19х24 мм в подколенной ямке, неоднородной тяжистой структуры, а также более мелкие узлы до 5–10 мм в диаметре (рис. 1, 2).

При проведении электронейромиографии нарушения проведения по нервам нижних конечностей не зарегистрировано.

Пациентке выполнено оперативное вмешательство в объеме микрохирургического удаления опухолей левого седалищного, большеберцового нервов под ЭНФ-мониторингом. Всего удалено 5 опухолевых узлов, без нарушения анатомической целостности седалищного нерва и его ветвей, при прямой стимуляции нерва интраоперационно моторные ответы сохранены (рис. 3, 4).

В послеоперационном периоде неврологического дефицита не отмечено, болевой синдром регрессировал до 1 балла в течение 5 суток после операции.

Выполнено гистологическое исследование операционного материала. Материал фиксировали в 10 % забуференном формалине, обезжизивали стандартным способом и заливали в парафин. Изучались гистологические срезы, окрашенные гематоксилином и эозином. Гистологический анализ и микрофотографирование проводилось с использованием сканирующего микроскопа 3DHISTECH Pannoramic MIDI II и программного обеспечения 3DHISTECH Pannoramic Viewer (Венгрия).

Выявлена доброкачественная бифазная опухоль из оболочки периферического нерва (рис. 5). Опухоль с умеренной клеточной плотностью, преимущественно ретикулярного типа строения (паттерн Антони В): состоит из рыхло расположенных клеток с округлыми лимфоцитоподобными ядрами и оптически пустой цитоплазмой. Также встречаются компактные очаги, состоящие из вытянутых биполярных

клеток с удлинёнными коническими ядрами, скудной эозинофильной цитоплазмой, границы клеток в данных областях практически не прослеживаются (паттерн Антони А). (рис. 5 А) Наблюдается слабо выраженный дегенеративный полиморфизм и гиперхроматоз ядер, а также обширные поля фиброза стромы опухоли (рис. 5 Б). Также в строме опухоли обнаружен ангиоматоз с гиалинозом стенок сосудов,

периваскулярно — отложение зерен гемосидерина и лимфоцитарная инфильтрация. Фигур митоза и очагов некроза не выявлено.

Таким образом, у пациентки имеет место шваннома grade 1 ретикулярного строения с вторичным склерозированием. ICD-O code 9560/0.

Пациентка выписана на 8-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии.

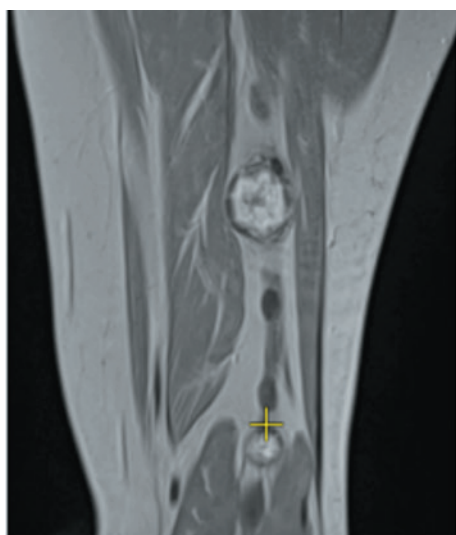


Рис. 1. МРТ T2-ВИ, коронарная проекция

Figure 1. MRI T2WI, coronal projection

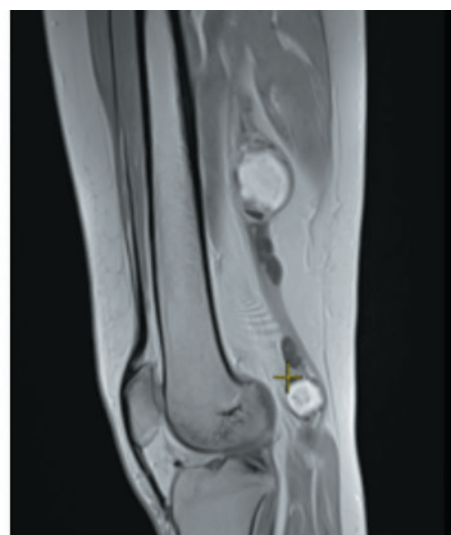


Рис. 2. МРТ T2-ВИ, сагиттальная проекция

Figure 2. MRI T2WI, sagittal projection



Рис. 3. Множественные опухоли седалищного нерва

Figure 3. Multiple tumors of the sciatic nerve

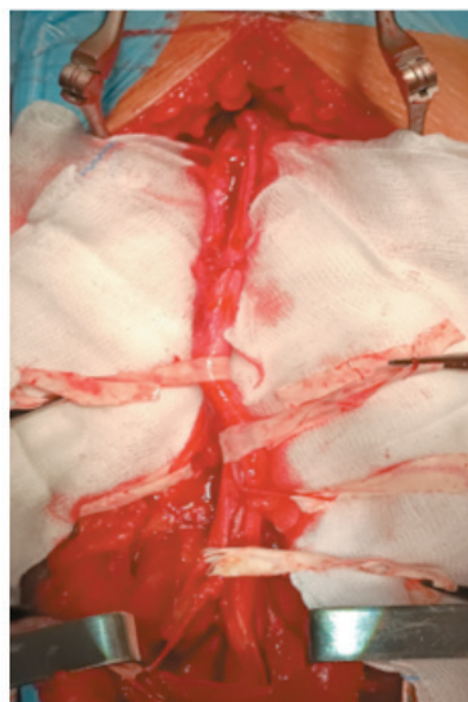


Рис. 4. Седалищный нерв после удаления опухолей

Figure 4. Sciatic nerve after tumor removal

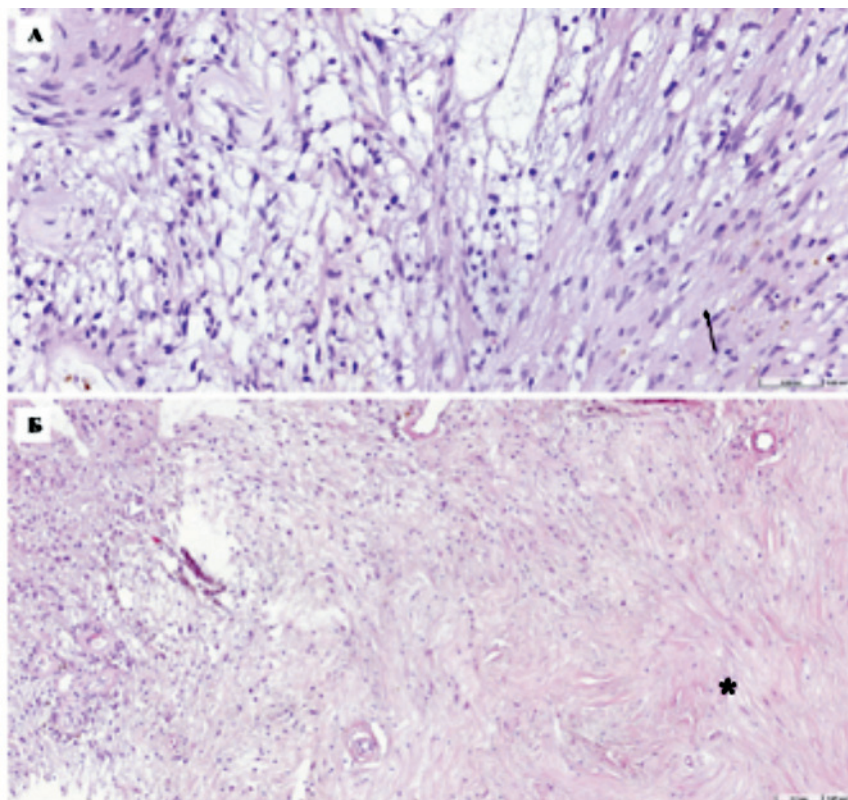


Рис. 5. Результаты гистологического исследования опухоли. Окраска гематоксилином и эозином

Примечания: А — доброкачественная бифазная опухоль оболочки периферического нерва, представленная очагами ретикулярного и компактного (указано стрелкой) строения, $\times 200$; Б — массивный склероз стромы опухоли (*), ангиоматоз с гиалинозом стенок сосудов, $\times 100$.

Figure 5. Results of histological examination of the tumor. Hematoxylin and eosin staining

Notes: A — benign biphasic tumor of the peripheral nerve sheath, represented by foci of reticular and compact (indicated by arrow) structure, $\times 200$; B — massive sclerosis of the tumor stroma (*), angiomas with hyalinosis of the vessel walls, $\times 100$.

Обсуждение

По классификации ВОЗ последнего пересмотра от 2021 г., шванномы — это доброкачественные опухоли черепных и спинальных нервов, развивающиеся из шванновских клеток [3].

Единичная шваннома является одной из наиболее распространенных опухолей периферических нервов и составляет порядка 34 % от всех объемных образований периферической нервной системы [4].

Шванноматоз — состояние, при котором возникают множественные опухоли, поражающие периферические и/или спинномозговые нервы.

Сегментарный или секторальный шванноматоз — редко встречающееся заболевание, при котором несколькими опухолевыми узлами поражен один из основных нервных стволов конечности, одна половина тела или 5 смежных уровней позвоночника, при этом на других участках тела объемных образований нет [5].

Впервые термин «секторальный шванноматоз» был использован в 1984 г. Shishiba и соавторами для описания клинико-патологического процесса с развитием множественных шванном без признаков нейрофиброматоза [6].

Шванноматоз обнаруживается в 2,4–5 % всех случаев выявления шванном, и примерно у трети пациентов со шванноматозом заболевание имеет анатомическую локализацию, ограниченную одной конечностью или сегментом позвоночника [7]. Поражение периферических нервов наблюдается у 89 % больных со шванноматозом. У пациентов со шванноматозом симптомы чаще всего развиваются во втором или третьем десятилетиях жизни [8]. Наиболее распространенным симптомом с зарегистрированной частотой 46 % является боль [9].

Первые клинические диагностические критерии шванноматоза были разработаны и внедрены MacCollin в 2005 г. [10]. В 2022 г. эти критерии

были пересмотрены из-за постепенного увеличения знаний о молекулярных факторах с течением времени. Диагностические критерии, применяющиеся в настоящее время при диагностике шванноматоза, основаны на молекулярных и/или клинических диагностических признаках [11].

Генетика шванноматоза остается до конца не ясной, и на сегодняшний день у больных шванноматозом описаны мутации в генах SMARCB1 и LZTR1. Наличие мутаций в этих генах наблюдается с разной частотой в случаях наследственного и sporadического шванноматоза.

Клиническая картина при секторальном шванноматозе, как было отмечено ранее, представлена преимущественно болевым синдромом, прогрессирующим при увеличении размеров опухолей. В дебюте заболевания пациенты отмечают появление плотных при пальпации округлых узлов. При увеличении размеров опухоли развивается выраженный болевой синдром, плохо поддающийся медикаментозной терапии [12]. Двигательные нарушения при секторальном шванноматозе встречаются крайне редко и за последние 10 лет не описаны в литературе.

Клинически секторальный шванноматоз отличается от нейрофиброматоза отсутствием кожных проявлений, характерных для последнего, а именно пятен цвета кофе с молоком и кожных нейрофибром [12, 13].

При выполнении МРТ эксцентричное расположение опухолей будет характерно для шванном, тогда как

центрально расположенные опухолевые узлы будут указывать на нейрофибром. При введении контрастного вещества одиночная шваннома имеет тенденцию к однородному накоплению контраста, в то время как множественные шванномы при секторальном шванноматозе могут контрастироваться гетерогенно [13].

Электронейромиография является обязательным исследованием при любой патологии периферических нервов, помогает уточнить уровень повреждения, вовлечение нервов проксимальнее и дистальнее поврежденного участка и подтвердить диагноз. В представленном нами клиническом случае при выполнении ЭНМГ патологических изменений с исследуемых нервов нижних конечностей не определялось во всех случаях, вероятнее всего, это связано с отсутствием двигательных нарушений у пациентов.

Обязательно использование электронейрофизиологического мониторинга при проведении оперативного вмешательства. Прямая стимуляция нерва позволяет дифференцировать пучки нерва от массы опухоли и избежать резекции здоровой ткани с нарушением функции нерва в последующем [14].

Следует отметить, что при ретроспективном анализе базы данных РНХИ им. проф. А. Л. Поленова за последние 5 лет выявлено, что развитию данной патологии подвержены преимущественно пациенты женского пола, во всех случаях семейного анамнеза нейрофиброматоза его кожных проявлений и объемных образований других локализаций не было (табл.).

Таблица. Данные пациентов с диагнозом «секторальный шванноматоз» за последние 5 лет

Table. Data on patients diagnosed with sectoral schwannomatosis over the past 5 years

	Пол, возраст	Локализация опухоли	Проведенная операция	Данные гистологического исследования
1	ж, 37 лет	Левый седалищный нерв в средней и нижней трети бедра	Микрохирургическое удаление опухолей левого седалищного, большеберцового нервов под ЭНФ-мониторингом	Шваннома gr 1
2	ж, 35 лет	Левый седалищный нерв в нижней трети бедра	Удаление опухолей по ходу мало- и большеберцовой порции с сохранением анатомической целостности седалищного нерва и его порций под ЭНФ-мониторингом	Шваннома gr 1
3	ж, 33 года	Левый большеберцовый нерв в средней и нижней трети голени	Тотальное удаление 3 опухолевых узлов с сохранением анатомической целостности нерва под ЭНФ-мониторингом	Шваннома gr 1

Заключение

В заключение следует отметить, что шванноматоз представляет собой особую клинико-патологическую единицу, относящуюся к семейству заболеваний, известных как нейрофиброматоз. В литературе описано всего несколько случаев секторального шванноматоза с поражением седалищного нерва [15–18].

Представленный нами клинический случай описывает успешное хирургическое лечение пациентки с хроническим выраженным болевым синдромом вследствие шванноматоза седалищного нерва и его ветвей. Опухоли были полностью удалены микрохирургическим путем без повреждения пучков седалищного нерва с сохранением его функции в полном объеме. Жалобы на боль полностью регрессировали после операции, и были получены хорошие результаты без каких-либо осложнений.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики / Compliance with ethical principles

Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Пациентами подписано информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований. / The study was approved by the Local Ethics Committee. All patients signed informed consent for publication of data from the studies.

Авторы заявляют об отсутствии использования генеративного искусственного интеллекта. / The authors declare no use of Generative AI in the preparation of this manuscript.

Список литературы / References

1. Ferner RE. Neurofibromatosis 1 and neurofibromatosis 2: a twenty first century perspective. *The lancet neurology*. 2007;6(4):340–351. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70075-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70075-3)
2. Warade A, Roy R, Pattankar S, et al. Segmental schwannomatosis of the lower extremity — a case series. *Neurology India*. 2022;70(5):2132–2136. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.359176>
3. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Central nervous system tumours. Lyon: International Agency for Research on Cancer. WHO Classification of Tumours Series. 5th ed., vol. 6. 2021.
4. Andreani L, Ipponi E, Ruinato AD, et al. Peripheral schwannomas of the tibial nerve: surgical results in a case series. *Acta Biomedica*. 2022;14;93(1):e2022085. <https://doi.org/10.23750/abm.v93i1.11782>
5. Erdoğan F, Say F, Barış YS. Schwannomatosis of the sciatic nerve: a case report. *British Journal of Neurosurgery*.

2023;37(1):100–103. <https://doi.org/10.1080/02688697.2021.1950628>

6. Shishiba T, Niimura M, Ohtsuka F, Tsuru N. Multiple cutaneous neurilemmomas as a skin manifestation of neurilemmomatosis. *Journal of the American Academy Dermatology*. 1984;10:744–754. [https://doi.org/10.1016/s0190-9622\(84\)70089-2](https://doi.org/10.1016/s0190-9622(84)70089-2)
7. Schraepen C, Donkersloot P, Duyvendak W, et al. What to know about schwannomatosis: a literature review. *British Journal of Neurosurgery*. 2022;36(2):171–174. <https://doi.org/10.1080/02688697.2020.1836323>
8. Kwon NY, Oh HM, Ko YJ. Multiple lower extremity mononeuropathies by segmental schwannomatosis: a case report. *Annals of rehabilitation medicine*. 2015;26;39(5):833–837. <https://doi.org/10.5535/arm.2015.39.5.83>
9. Plotkin SR, Wick A. Neurofibromatosis and schwannomatosis. *Seminars in neurology*. 2018;38 (1):73–85. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1627471>
10. MacCollin M, Chiocca EA, Evans DG, et al Diagnostic criteria for schwannomatosis. *Neurology*. 2005;64:1838–1845. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000163982.78900.AD>
11. Plotkin SR, Blakeley JO, Evans DG, et al. Update from the 2011 international schwannomatosis workshop: from genetics to diagnostic criteria. *American Journal of Medical Genetics*. 2013;161:405–416. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.35760>
12. Alaidarous A, Parfait B, Ferkal S, et al. Segmental schwannomatosis: characteristics in 12 patients. *Orphanet journal of rare diseases*. 2019;22(14):207. <https://doi.org/10.1186/s13023-019-1176-4>
13. Pilavaki M, Chourmouzi D, Kiziridou A, et al. Imaging of peripheral nerve sheath tumors with pathologic correlation: pictorial review. *European Journal of Radiology*. 2004;52:229–239. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2003.12.001>
14. Guzzi G, Ricciuti RA, Torre AD, et al. Intraoperative neurophysiological monitoring in neurosurgery. *Journal of clinical medicine*. 2024;17;13(10):2966. <https://doi.org/10.3390/jcm13102966>
15. Huang J, Mobbs R, Teo C. Multiple schwannomas of the sciatic nerve. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2003;10:391–393. [https://doi.org/10.1016/s0967-5868\(03\)00021-3](https://doi.org/10.1016/s0967-5868(03)00021-3)
16. Ogoe A, Hotta T, Morita T, et al. Multiple schwannomas in the peripheral nerves. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. 1998;80:657–661. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.80b4.8532>
17. Yamamoto T, Maruyama S, Mizuno K. Schwannomatosis of the sciatic nerve. *Skeletal Radiology*. 2001;30:109–113. <https://doi.org/10.1007/s002560000310>
18. Gonzalvo A, Fowler A, Cook RJ, et al. Schwannomatosis, sporadic schwannomatosis, and familial schwannomatosis: a surgical series with long-term follow-up. *Journal of Neurosurgery*. 2011;114:756–762. <https://doi.org/10.3171/2010.8.JNS091900>

Информация об авторах:

Городнина Ангелина Викторовна — кандидат медицинских наук, нейрохирург, РНХИ им. проф. А. Л. Поленова —

филиал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, angelinagorodnina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4431-375X>;

Ситовская Дарья Александровна — кандидат медицинских наук, патологоанатом, РНХИ им. проф. А. Л. Поленова — филиал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, sitovskaya_da@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9721-3872>;

Орлов Андрей Юрьевич — доктор медицинских наук, руководитель НИЛ нейрохирургии позвоночника и периферической нервной системы, нейрохирург, РНХИ им. проф. А. Л. Поленова — филиал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия, orlovayu@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6597-3733>.

Вклад авторов:

Городнина А. В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Ситовская Д. А. — обработка материалов, написание текста; Орлов А. Ю. — концепция исследования, редактирование текста.

Authors information:

Angelina V. Gorodnina, MD, PhD, Neurosurgeon, A. L. Polenov RSRGN, St. Petersburg, Russia, angelinagorodnina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9721-3872>;

Darya A. Sitovskaya, MD, PhD, Pathologist, A. L. Polenov RSRGN, St. Petersburg, Russia, sitovskaya_da@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9721-3872>;

Andrey Yu. Orlov, MD, PhD, DSc, Neurosurgeon, Head of the Research Laboratory of Neurosurgery of the Spine and Peripheral Nervous System, A. L. Polenov RSRGN, orlovayu@almazovcentre.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6597-3733>.

Contribution of the authors:

Gorodnina A. V. — research concept and design, collection and processing of material, text writing; Sitovskaya D. A. — materials processing, text writing; Orlov A. Yu. — research concept, text editing.

Поступила в редакцию / Received: 20.06.2025

Принята к публикации / Accepted: 14.01.2026
