

<https://doi.org/10.29296/25877305-2022-11-05>

Принципы диагностики и лечения первичных экстремедуллярных опухолей спинного мозга

А.В. Яриков¹⁻⁵, кандидат медицинских наук,
А.О. Дубских⁶,
И.И. Смирнов^{2, 5},
А.П. Фраерман², доктор медицинских наук, профессор,
О.А. Перльмуттер², доктор медицинских наук, профессор,
С.Н. Цыбусов⁴, доктор медицинских наук, профессор,
А.А. Калинин^{7, 8}, кандидат медицинских наук,
А.Е. Симонов², кандидат медицинских наук,
А.К. Истрелов², кандидат медицинских наук,
С.Е. Павлинов⁹

¹Приволжский окружной медицинский центр
 Федерального медико-биологического агентства России,
 Нижний Новгород

²Городская клиническая больница №39, Нижний Новгород

³Городская клиническая больница №13, Нижний Новгород

⁴Национальный исследовательский Нижегородский
 государственный университет им. Н.И. Лобачевского

⁵Центральная городская больница, Арзамас

⁶Свердловский областной онкологический диспансер,
 Екатеринбург

⁷Федеральный Сибирский научно-клинический центр
 Федерального медико-биологического агентства России,
 Красноярск

⁸Клиническая больница №51 Федерального
 медико-биологического агентства России, Железногорск

⁹ООО «Медицинский центр Мирт», Кострома

E-mail: anton-yarikov@mail.ru

Наиболее часто опухоли спинного мозга (СМ) наблюдаются в социально активной группе людей в возрасте 30–50 лет с преобладанием экстремедуллярных опухолей, что определяет большую актуальность указанной проблемы. Представлен анализ данных современной литературы, посвященной основным методам диагностики опухолей СМ. Отражены возможности применения компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии (МРТ), диффузионно-взвешенной МРТ. Представлены разные хирургические методы лечения экстремедуллярных опухолей СМ, особая роль уделена малоинвазивным подходам. Описаны осложнения послеоперационных вмешательств. Отмечено, что радикальность хирургического лечения опухолей СМ зависит не только от локализации и размеров опухоли, но и от ее гистологической структуры, что определяет исход заболевания.

Ключевые слова: менингиома, невринома, опухоли спинного мозга, нейрофиброматоз, карта измеряемого коэффициента диффузии, минимально-инвазивная хирургия.

Для цитирования: Яриков А.В., Дубских А.О., Смирнов И.И. и др. Принципы диагностики и лечения первичных экстремедуллярных опухолей спинного мозга. *Врач.* 2022; 33 (11): 28–34. <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-11-05>

Опухоли спинного мозга (СМ) составляют около 10–15% опухолей центральной нервной системы (ЦНС) [1–4]. Соотношение частоты встречаемости опухолей СМ и головного мозга составляет от 1:4 до 1:6 [5–7]. Опухоли СМ у взрослых наиболее часто наблюдаются в социально активном возрасте 30–50 лет [8]. Опухоли шейного отдела СМ составляют 19,0–36,5%, грудного – 26,9–47,0%, пояснично-крестцового отдела – 23,0–33,3%, конского хвоста и конечной нити – 11% [8, 9]. Под экстремедуллярными опухолями (ЭМО) СМ понимают новообразования, происходящие из структур окружающих СМ (корешки, сосуды, оболочки, эпидуральная клетчатка) [3, 10–12]. Частота встречаемости ЭМО составляет 1,0–1,3 случая на 100 000 популяции в год [7, 13]. ЭМО составляют около 53–90% от всех новообразований СМ [4, 11, 13–15]. В свою очередь, частота интрадуральных интрамедуллярных опухолей составляет 10–30% от общего числа опухолей СМ [14, 16]. Среди ЭМО выделяют основные встречающиеся гистологические варианты: менингиомы (15–30%), невриномы (24–40%) и эпендимомы (23%) [16–19]. Опухоли другой гистологической природы (ангиомы, липомы, метастазы [МТС] и др.) регистрируются значительно реже [20]. ЭМО по их отношению к твердой мозговой оболочке (ТМО) подразделяются на экстрадуральные и субдуральные [8, 21]. Субдуральные ЭМО наблюдаются в 3–4 раза чаще, чем эпидуральные [22]. К субдуральным ЭМО относятся невриномы и менингиомы [21].

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

Клиническая картина определяется рядом факторов: морфологией ЭМО, ее локализацией, скоростью роста, толерантностью СМ к компрессии, склонностью к образованию кист и др. [8, 23]. В ранней стадии заболевания превалирует боль разной интенсивности без выраженных неврологических расстройств, поэтому многие пациенты длительное время лечатся по поводу других заболеваний (дегенеративно-дистрофического заболевания позвоночника, остеопороза и т.д.) и часто обращаются к нейрохирургу с развившимся неврологическим дефицитом [5, 24]. Наиболее сильный болевой синдром регистрируется при ЭМО с локализацией в области шейного отдела СМ и конского хвоста [8]. Боль может быть односторонней, когда опухоль развивается на боковой поверхности СМ; двусторонние боли в начале заболевания служат указанием на заднюю локализацию ЭМО [4]. ЭМО, воздействующие на заднюю поверхность СМ, приводят к раннему появлению проводниковых расстройств мышечно-суставного чувства, вибрационной и двумерной чувствительности. Заднебоковая локализация ЭМО проявляется болевым радикулярным синдромом, зональной гипестезии в этой области с последующим полным выпадением чувствительности [8]. Синдром половинного поражения СМ возникает из-за ишемии вследствие нарушения кровообращения по передней бороздчатой артерии (ветвь передней артерии СМ). Данный синдром включает следующий симптомокомплекс: спастический парез на стороне ЭМО, отсутствие глубокой чувствительности (чувства массы тела, давления и вибрации, мышечно-суставные расстройства и пр.), нарушение графестезии. С контралатеральной стороны наблюдается снижение болевых, температурных и реже тактильных восприятий. Стадия парапареза (параплегии) наиболее длительная, в этом периоде неврологические симптомы зависят от локализации ЭМО. Средняя продолжительность клинического течения данной стадии при ЭМО – 2–3 года, при новообразованиях конского хвоста – ≥10 лет

[8]. Некоторые пациенты и врачи не обращают внимание на такие важные симптомы, как нарушение привычной походки, нарушение чувствительности на теле, диссоциация расстройств чувствительности.

Для оценки состояния пациента с ЭМО используется ряд общепринятых интегральных шкал, отражающих как общепсихическое состояние пациента (шкала Karnofsky), так и очаговый неврологический статус – расстройства СМ (шкалы ASIA, Frankel, Klekamp–Samii, Brice и MacKissock) [9, 25, 26].

ДИАГНОСТИКА

Магнитно-резонансная томография (МРТ) с внутривенным контрастированием является основным методом диагностики опухолей СМ [8, 21, 25]. МРТ визуализирует СМ и позвонок на всем их протяжении и определяет локализацию ЭМО [23, 27]. Накопление контрастного вещества в строме ЭМО позволяет судить не только о распространенности процесса, но и о гистологической структуре [8, 28]. При интрамедуллярных опухолях на МРТ отмечается увеличение размеров СМ с солидным или кистозным компонентами новообразования, чаще с бугристыми неровными контурами. При ЭМО на МРТ определяется сдавление СМ с расширением субарахноидального пространства в зоне ЭМО, иногда с деструкцией структур позвоночного канала.

Диффузионно-взвешенная (ДВ) МРТ позволяет оценить состояние ткани ЭМО путем мониторинга движения свободных молекул воды на клеточном уровне. При этом степень диффузии молекул воды можно рассчитать с помощью численного значения, в виде измеряемого коэффициента диффузии (ИКД). Множество значений ИКД для данной биологической структуры представляет собой функциональную карту ИКД (ИКД-карта). ИКД-карта позволяет количественно оценить состояние тканей ЭМО, которые не визуализируются на T1- или T2-взвешенных изображениях (ВИ) [19].

Компьютерная томография (КТ) используется для дифференциальной диагностики ЭМО, интрамедуллярных опухолей с остеолитическими (остеобластическими) изменениями в позвоночнике [8, 29]. КТ эффективна у пациентов с кальцинированными менингиомами, а также при рецидивах ЭМО. В подобных случаях она позволяет спланировать хирургический доступ.

Для определения верхней и нижней границы ЭМО возможно использование КТ-миелографии, которая также является методом обследования пациентов с кардиоимплантированными устройствами, препятствующими проведению МРТ.

Опухоли корешков СМ – нейрофибромы и невриномы (шванномы) – чаще фиксируются в шейном и грудном отделах, реже – в поясничном [6, 30].

Невринома является инкапсулированной и хорошо отграниченной, иногда может содержать кистозный компонент и сочетаться с нейрофиброматозом [20, 31, 32]. Ее рост сопровождается развитием типичных костных изменений, хорошо визуализируемых при КТ [29, 33, 34]. Большинство неврином на T1-ВИ МРТ имеют округлую форму, четкие контуры; интенсивность сигнала от них мало отличается от ткани СМ [19]. T2-ВИ невриномы обычно гиперинтенсивны по сравнению со СМ [35].

Классификация К. Eden (1941) выделяет 4 типа роста интрапаравертебральных опухолей (табл. 1).

К. Sridhar (2001) предложил классификацию, которая учитывала не только локализацию опухоли, но также ее размеры и наличие инвазивного роста [35]. В данной класси-

фикации выделяется 5 типов неврином, при этом опухоль, занимающая >2 позвоночных сегментов и (или) с размером экстравертебрального компонента >2,5 см, считается гигантской (табл. 2).

Экстрадуральное распространение опухоли по типу «печеночных часов» или «гантели» встречается в 15–25% случаев [19, 36]. Экстрадуральный фрагмент невриномы может существенно превышать по размеру субдуральный и распространяться экстравертебрально с развитием опухолевых узлов значительного размера паравертебрально на шее, в грудной клетке или забрюшинном пространстве [7, 13, 32]. Среди возможных причин субдуральной локализации этих опухолевых узлов называют центральное смещение шванновских клеток в эмбриональном периоде, рост из шванновских клеток, окружающих интрамуральные нервные сплетения в стенке перфорирующих артерий, отходящих от передней спинальной артерии, рост из шванновских клеток задних корешков, расположенных в DREZ-зоне [30]. По данным М. Nogi и соавт., при исследовании неврином в режиме ДВ МРТ значения ИКД сопоставимы с таковыми для менингиом и составляют $\geq 0,847 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ [37].

Менингиомы в основном локализуются в грудном отделе позвоночника [19]. Большинство из них имеют удлиненную форму и интимно прилежат к ТМО. Менингиомы чаще встречаются субдурально, их рост исходит из места прикрепления зубчатой связки, либо из ТМО или из арахноидальной мозговой оболочки. Этим и объясняется, почему менингиомы не фиксируются ниже Th12, где зубчатая связка оканчивается, и почему они развиваются чаще с латеральной поверхности СМ [4]. КТ с контрастным усилением выявляет ЭМО повы-

Таблица 1

Классификация опухолей по K. Eden (1941)

Table 1

The classification of tumors according to K. Eden (1941)

Тип опухоли	Топографо-анатомическая классификация
I	Интра- и экстрадуральная
II	Интрадурально-экстрадурально-паравертебральная
III	Экстрадуральная и паравертебральная
IV	Фораминальная и паравертебральная

Таблица 2

Классификация опухолей по K. Sridhar (2001)

Table 2

The classification of tumors according to K. Sridhar (2001)

Тип опухоли	Топографо-анатомическая классификация
I	Интра- или экстрадуральная интраспинальная опухоль, занимающая <2 позвоночных сегментов в длину
II	Интрадуральная опухоль, занимающая >2 позвоночных сегментов в длину
III	Интрадуральная опухоль с распространением в фораминальное отверстие
IV	Интрадуральная опухоль с экстравертебральным распространением: экстравертебральный компонент меньше или больше 2,5 см
V	Опухоль >2,5 см с остеолитом тела позвонка

шенной плотности (35–45 ед.Н), а также лучше в сравнении с другими методами визуализирует вторичный костный гиперостоз и кальцинаты в строме менингиомы. Как и опухоли СМ, менингиомы в большинстве наблюдений на T1-ВИ МРТ изоинтенсивны по сравнению с тканью СМ и выявляются на фоне низкого сигнала от окружающего ликвора. На T2-ВИ менингиомы могут иметь вариабельный сигнал от гипо- до гиперинтенсивного. Хорошим диагностическим критерием для менингиом на МРТ может быть наличие так называемого дурального хвоста – продолжения сигнала от ЭМО на ТМО выше и ниже основного очага. Экстрадуральные менингиомы, как правило, характеризуются более агрессивным поведением, склонностью к рецидивированию и инвазии в окружающие структуры и СМ. После введения контрастного вещества обычно определяется однородное усиление сигнала от ткани ЭМО, а также контрастирование прилежащих отделов ТМО [20, 38]. На ИКД-карте менингиомы имеют относительно высокие значения (в среднем $0,847 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$) [19].

Почти 95% МТС расположены экстрадурально [26, 39]. Наиболее частыми источниками МТС являются: рак легкого (особенно мелкоклеточный) – 47–54% случаев; рак молочной железы – 11,0–14,5%; лимфома – 5–12%; меланома – 3,6–9,0%; колоректальная карцинома – 3,0–7,3%; почечно-клеточный рак – 4,0–5,5%, рак щитовидной железы – до 2%, рак яичников – до 1% [26]. Подавляющее большинство МТС располагается в головном мозге, так как его объем в 50 раз больше объема СМ. Головной мозг получает почти $\frac{1}{3}$ сердечного выброса крови, доставляемой через крупные сосуды под высоким давлением, а СМ кровоснабжается в основном из мелких спирально изогнутых сосудов под низким давлением. Интрадуральные МТС выявляются обычно при наличии первичной опухоли ЦНС (медуллобластома, анапластическая эпендимома, герминативно-клеточная опухоль, пинеобластома, хориоидкарцинома и глиобластома) [19]. Сигнал от МТС на T1-ВИ чаще является изоинтенсивным по отношению к СМ. При исследовании с внутривенным контрастированием визуализируется кольцевидное усиление сигнала или гомогенная масса. Объем отека лучше определяется на T2-ВИ – как участок гиперинтенсивного сигнала (рис. 1).

Большинство МТС при нейровизуализации ошибочно расценивают как эпендимомы или невриномы (рис. 2) [8, 26].

ЛЕЧЕНИЕ

Установление диагноза опухоли СМ служит показанием к хирургическому вмешательству [5, 14, 24]. Целями хирургического лечения являются адекватный локальный контроль за ЭМО, сохранение или улучшение неврологического статуса пациента и сохранение стабильности позвоночника как опорной структуры. Оперативное лечение включает в себя следующие этапы: доступ к СМ, сохранение опорной функции позвоночника и удаление ЭМО [8, 40]. Нейрохирург, оперируя ЭМО, всегда стремится провести декомпрессию СМ, тотально удалить ЭМО и избежать нарастания неврологической симптоматики [2, 4, 41]. Основные цели оперативного лечения пациентов с ЭМО: повышение уровня качества жизни, купирование болевого синдрома, регресс неврологической симптоматики и сокращение периода стационарного лечения [29, 41, 42]. За последние десятилетия с развитием микронейрохирургической техники, современных методов интраоперационной нейровизуализации и нейронавигации эффективность хирургического лечения опухолей СМ значительно возросла [15, 43–45]. Для осуществления доступа к ЭМО раньше применялась ламинэктомия [11, 24, 46, 47]. Однако иногда у пациентов после ламинэктомии в резидуальном периоде формируется нестабильность позвоночного сегмента, кифотическая деформация в зоне оперативного вмешательства [13, 17]. С целью снижения нестабильности позвоночника проводится задний доступ в виде геми- или интерламинэктомии на стороне новообразования [48–50]. К преимуществам данного доступа можно отнести малотравматичность, максимальное сохранение стабильности позвоночника, снижение объема кровопотери, уменьшение мышечной диссекции и, как следствие, уменьшение послеоперационных болей и более быстрое восстановление пациента [2, 4]. Интраоперационное ультразвуковое (УЗ) сканирование дает возможность выполнять вскрытие ТМО точно над ЭМО [11]. Для удаления невринол, расположенных ниже уровня С3 позвонка, необходимо выполнять задний срединный доступ с унилатеральной фасетэктомией на стороне поражения. Удаление ЭМО с большим паравертебральным компонентом на верхнешейном уровне удобно выполнять из комбинированного доступа (задний срединный и передний доступы), а при грудной и пояснично-крестцо-

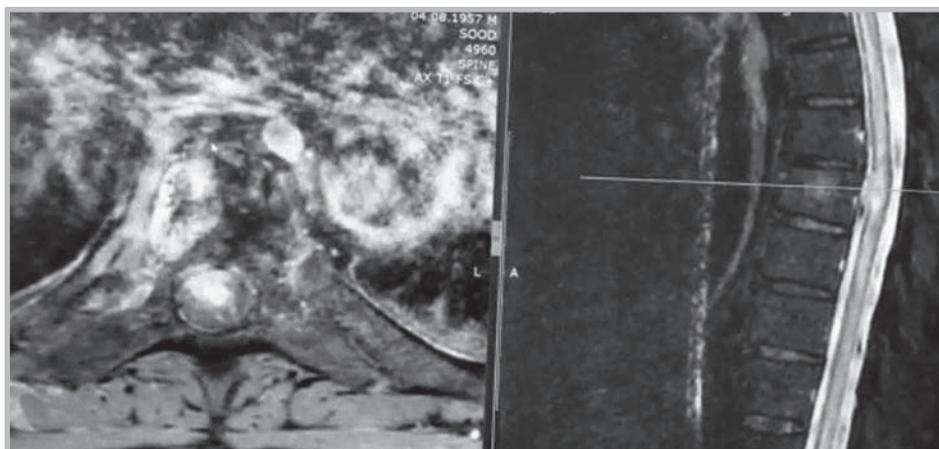


Рис. 1. МРТ T2-ВИ: МТС рака легкого (аденокарцинома G3) с интрадуральным и интрамедуллярным ростом
Fig. 1. MRI T2-weighted images (WI): metastatic lung cancer (G3 adenocarcinoma) with intradural and intramedullary tumors



Рис. 2. МРТ T2-ВИ: эпендимома терминальной нити
Fig. 2. MRI T2-WI: ependymoma of the terminal filament

вой локализации – из бокового доступа [5]. При расположении ЭМО паравертебрально в грудной клетке возможно удаление с помощью торакоскопии [2, 3]. Интраэкстравертебральные опухоли (по типу «песочных часов») при наличии значительного размера ее интраканального объема должны удаляться в 2 этапа, если размер интраплевральной части в диаметре >4 см. Первоначально проводят интраканальную резекцию узла ЭМО с надежной герметизацией корешковой манжеты и отделением внутривертебрального узла от дурального мешка, а вторым этапом – торакоскопическое или торакотомическое удаление экстравертебрального узла ЭМО. При подобных опухолях 2-этапная операция оказывается существенно менее травматичной, нежели одномоментное удаление новообразования путем ламинэктомии или костотрансверзэктомии [4]. К грудным и поясничным позвонкам переднебоковой доступ осуществляется путем торакотомии, костотрансверзэктомии по V. Menard (Th4–11), а также с помощью трансплеврально-трансдиафрагмального, ретроперитонеально-экстраплеврального доступов (по Hodson или Mirbaha) на Th11–L2 или трансперитонеального лапаротомического, ретроперитонеального доступов на L3–5 [5]. Передний доступ к Th1–5 может быть осуществлен трансстернальным, трансстернальным биклавикулярным, надключичным, трансклавикулярным способами. Любые ЭМО, занимающие несколько смежных анатомических областей, могут быть удалены как за одну операцию, так и с использованием этапного подхода. Ключевым моментом является тщательное планирование операции с учетом морфологии ЭМО. Выбор доступа связан скорее с опытом хирурга и его удобством. Так, интраэкстраканальные невриномы можно удалять, используя только задние варианты доступа или их комбинации с вентральными подходами.

Удаление ЭМО начинают с полюсов, освобождая ее из окружающих спаек. Если ЭМО располагается субдурально, то ТМО вскрывается по средней линии. При вентролатеральном расположении патологического новообразования следует пересечь зубовидные связки с 2-х сторон, тем самым появляется возможность умеренно ротировать СМ для большей визуализации опухоли. Препаровательным инструментом ЭМО выделяют из спаек, начиная с полюсов. Затем, захватив ЭМО пинцетом, постепенно выделяют ее из спаек с СМ и ТМО, выводят в рану и удаляют. Невриномы достаточно легко выводятся в рану, удерживаясь на корешке, после его отсечения невринома удаляется. Хотя подавляющее число неврином связаны с сенсорными корешками и радикальное удаление ЭМО не приведет к моторному дефекту, если корешок по результатам прямой стимуляции оказывается функционально важным, то пересечение может привести к нежелательному неврологическому дефициту, поэтому в таких случаях может потребоваться диссекция невриномы от корешка. Менингиома чаще всего располагается на ТМО, поэтому отделить ее довольно сложно. При удалении менингиом следует обратить внимание на возможность удаления внутреннего листка ТМО: если это возможно, то несомненно необходимо выполнять данный этап. Такой подход позволяет существенно снизить риск ее рецидива [6, 8]. Боковое смещение СМ нежелательно, но при необходимости его можно проводить за пересеченную зубовидную связку [8].

Основные принципы хирургического лечения ЭМО [1]:

- необходимо стараться не проводить никаких манипуляций со СМ;
- необходимо предотвратить попадание крови в субарахноидальное пространство;

- при невозможности удаления ЭМО единым блоком возможно проведения ее кускования (при удалении менингиом, особенно вентральной локализации, удаление N-блоком не является правильным решением – всегда целесообразно использовать УЗ-деструктор для debulking ЭМО с целью минимизации тракции СМ).

Использование нейрофизиологического интраоперационного мониторинга при удалении опухоли СМ обеспечивает наблюдение за проводящими путями, которое осуществляется с помощью непрерывной регистрации электромиографии и вызванных потенциалов [11, 39]. Нейромониторинг во время операции позволяет оценить функциональную значимость структуры (отсекать нерв или сохранить), степень тракции СМ (чаще при вентральном расположении ЭМО) и идентифицировать невральные структуры в опухолевой ткани (эпендимома, дермоид). Таким образом, нейрохирург в момент выполнения хирургического вмешательства имеет возможность по результатам измерений контролировать самые незначительные изменения в структуре тканей и, ориентируясь на эти показания, при необходимости корректировать ход оперативного вмешательства [41].

Применение интраоперационной мультиспиральной КТ сопоставимо с данными предоперационных МРТ и позволяет четко определить уровень расположения опухоли, минимизировать объем рассечения мягких тканей и костной резекции и тем самым снизить риски развития различных нежелательных явлений [6, 9, 17]. Применение интраоперационной КТ и навигационной системы обеспечивает снижение лучевой нагрузки на медицинский персонал и пациента [6]. Точная оценка навигационной системой локализации ЭМО и минимизация хирургического доступа позволяют уменьшить операционную травму. Польза при использовании навигации становится ощутимой, если мы имеем дело с лечением пациентов с вторичными деформациями (например, при нейрофиброматозе) или при необходимости реконструкции позвоночника (опухоли по типу «песочных часов»).

Показаниями к малоинвазивной технике удаления ЭМО являются [17]:

- доброкачественная опухоль;
- размеры ЭМО ≤ 2 сегментов позвоночника.

Предположения о кальцификации ЭМО, включении в строму новообразования корешков СМ и двусторонняя ее локализация служат поводом для отказа от использования минимально инвазивного доступа.

S. Chiou и соавт. показали, что после проведения гемиламинэктомии при удалении интрадуральных ЭМО наблюдается меньшее число послеоперационных осложнений, а также более короткий период пребывания в стационаре в сравнении со стандартной ламинэктомией [6].

По данным Y. Yu и соавт., малоинвазивные доступы в хирургии ЭМО имеют ряд преимуществ, таких как максимальное сохранение стабильности позвоночника, снижение кровопотери и мышечной диссекции, уменьшение продолжительности операции и, как следствие, уменьшение послеоперационных болей и более быстрая реабилитация пациентов. Согласно их данным [1], время операции уменьшалось с $3,0 \pm 0,39$ до $2,5 \pm 0,3$ ч, а средний объем кровопотери существенно снизился – с 123 до 88 мл.

Особую категорию представляют пациенты с нейрофиброматозом. Множественные новообразования при нейрофиброматозе встречаются в 15% случаев, из них 60% неврином относятся к нейрофиброматозу типа I. Для прогноза течения заболевания целесообразно провести генети-

ческое тестирование (семейные и спорадические формы). Кроме того, у данных пациентов возможно злокачественное течение заболевания. При рецидивирующем течении заболевания возможно назначение таргетной терапии после проведения молекулярно-генетического обследования гистологического материала.

ОСЛОЖНЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Классификация осложнений, возникших после удаления опухолей СМ [2, 33]:

- по времени формирования: интраоперационные осложнения, ранние (до 1 мес с момента проведения операции), поздние (>1 мес после операции);
- осложнения со стороны СМ: неврологические нарушения, отек СМ;
- осложнения области нейрохирургического вмешательства неинфекционного характера: ликворея, гематомы позвоночного канала, формирование ликворных кист (псевдомиеелорадикуллоцелле);
- осложнения области нейрохирургического вмешательства инфекционного характера: поверхностная инфекция разреза, глубокая инфекция разреза;
- инфекционные осложнения со стороны ЦНС: менингиты, миелиты, менингоэнцефалиты;
- экстрадуральные осложнения: воздушная венозная эмболия, тромбоз эмболия легочной артерии, пневмония, трофические нарушения (пролежни), сепсис, инфекция мочевыделительной системы, парез кишечника;
- осложнения со стороны позвоночника (ортопедические осложнения): кифозы, сколиозы, сегментарная нестабильность.

Интраоперационные осложнения при удалении новообразований СМ в основном представлены венозной воздушной эмболией. Формирование неврологических осложнений в послеоперационном периоде зависит в основном от исходного функционального состояния пациента, локализации, гистологической структуры ЭМО и степени поражения СМ [29, 33]. Наиболее часто эти осложнения развиваются у пациентов с ЭМО злокачественного характера в шейном отделе СМ, у пациентов старше 60 лет и лиц с исходно грубым неврологическим дефицитом. Наибольшее и статистически достоверное количество неудовлетворительных функциональных результатов получено у лиц в фазе частичного и полного поперечного поражения СМ по сравнению с ирритативной фазой заболевания [2].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы наметился существенный прогресс в развитии диагностики и лечении ЭМО. Применение нейронавигационных технологий, интраоперационного КТ, нейрофизиологического мониторинга и современного операционного оборудования расширяет возможности нейрохирургов, увеличивая качество и безопасность хирургического вмешательства у пациентов с ЭМО. В настоящее время при любой ЭМО представляется возможным использование малоинвазивной техники — ламинаэластики или интер-, гемиламинэктомики (вместо ламинэктомики), торакоскопии (вместо торакомики) и т.д.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Исследование не имело финансовой поддержки.

Литература

1. Евзиков Г.Ю., Фомичев В.Г. Хирургическое лечение интрадуральных экстрадуральных спинальных опухолей. *Нейрохирургия*. 2004; 2: 3–6.
2. Ступак В.В., Пендюрин И.В., Мишинов С.В. и др. Осложнения хирургического удаления опухолей спинного мозга. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; 7 (2): 210–6.
3. Васильев И.А., Ступак В.В., Цветовский С.Б. и др. Поздний рецидив невриномы спинного мозга после одномоментного тотального удаления. *Хирургия позвоночника*. 2018; 15 (3): 100–5. DOI: 10.14531/ss2018.3.100-105
4. Ступак В.В., Шабанов С.В., Пендюрин И.В. и др. Результаты хирургического лечения пациентов с экстрадуральными опухолями типа песочных часов. *Хирургия позвоночника*. 2014; 4: 65–71. DOI: 10.14531/ss2014.4.65-71
5. Орлов В.П., Идричан С.М., Кравцов М.Н. и др. Опыт хирургического лечения больных с опухолями позвоночника и спинного мозга в специализированном стационаре. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2014; 2 (46): 63–6.
6. Елисеев И.А., Ступак В.В. Эффективность применения ND-YAG-лазера в хирургическом лечении первичных экстрадуральных опухолей. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2019; 10 (S): 145.
7. Лутков М.А., Дубских А.О. Хирургическое лечение гигантской невриномы шейного и грудного отделов позвоночника. *Уральский медицинский журнал*. 2018; 11: 53–6. DOI: 10.25694/UFMJ.2018.11.22
8. Могилу В.В., Волкодав О.В., Фурсов И.В. Общая характеристика опухолей спинного мозга у взрослых. *Таврический медико-биологический вестник*. 2017; 20 (3-1): 120–4.
9. Поляков Ю.Ю., Гуляев Д.А., Тастанбеков М.М. Опухоли спинного мозга, его оболочек, СМН с разрушением позвоночника, качество жизни пациентов. *Украинский нейрохирургический журнал*. 2007; 3: 51.
10. Сороковиков В.А., Яруллина А.И. Экстрадуральные опухоли спинного мозга – подходы к хирургическому лечению. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2015; 4: 89–91.
11. Бывальцев В.А., Сороковиков В.А., Дамдинов Б.Б. и др. Факторы, влияющие на исход хирургического лечения экстрадуральных опухолей спинного мозга: мультицентровое исследование. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78 (6): 15–23.
12. Оноприенко П.А., Тимонин С.Ю., Коновалов Н.А. и др. Интрадуральная экстрадуральная миксома на уровне L1 позвонка. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78 (6): 55–9.
13. Ступак В.В., Окладников Г.И., Шабанов С.В. Одномоментное тотальное удаление опухоли спинного мозга типа песочных часов с большим экстравертебральным компонентом. *Хирургия позвоночника*. 2014; 4: 142–5. DOI: 10.14531/ss2014.4.142-145
14. Бывальцев В.А., Степанов И.А. Особенности и факторы риска рецидивирования интрадуральных опухолей спинного мозга. *Сибирский онкологический журнал*. 2019; 18 (1): 21–9. DOI: 10.21294/1814-4861-2019-18-1-21-29
15. Голанов А.В., Коновалов Н.А., Антипина Н.А. и др. Стереотаксическое облучение менингиом и неврином спинальной локализации. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2015; 79 (1): 4–13. DOI: 10.17116/неиро20157914-13
16. Бывальцев В.А., Степанов И.А., Белых Е.Г. и др. Анализ отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с интрадуральными опухолями спинного мозга. *Вестник РАМН*. 2018; 73: 88–95. DOI: 10.15690/vramn945
17. Коновалов Н.А., Шевелев И.Н., Назаренко А.Г. и др. Применение минимально инвазивных доступов для удаления интрадуральных экстрадуральных опухолей спинного мозга. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78 (6): 24–36.
18. Бублиевский Д.В., Баранова О.В., Евзиков Г.Ю. и др. Гигантская менингиома пояснично-крестцовой локализации (клиническое наблюдение и обзор литературы). *Нейрохирургия*. 2006; 2: 52–4.
19. Бывальцев В.А., Степанов И.А., Кичигин А.И. Возможности диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии в диагностике опухолей спинного мозга. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018; 99 (2): 101–7. DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-2-101-107
20. Пронин И.Н. Диагностика новообразований спинного мозга и позвоночника. *Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН*. 2004; 15 (1-2): 31–7.
21. Шавладзе З.Н., Смирнов В.В., Елисеев Н.П. и др. Лучевая диагностика опухолей спинного мозга и вторичных опухолей позвоночника. *Мануальная терапия*. 2010; 2 (38): 82–97.
22. Григорьев Г.Б., Чербилло В.Ю., Горанчук Д.В. Задний доступ в хирургии вентральных и дорсальных спинальных менингиом. *Хирургия позвоночника*. 2021; 18 (1): 61–9. DOI: 10.14531/ss2021.1.61-69
23. Леонов В.И., Литвиненко Е.В. Анализ клинических проявлений интрадуральных опухолей спинного мозга и их значимость в определении показаний к нейровизуализации позвоночника на догоспитальном этапе. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2014; 4: 71–5.
24. Евзиков Г.Ю. Клиника, диагностика и тактика лечения опухолей спинного мозга. *Неврологический журнал*. 2006; 11 (2): 4–11.
25. Шулев Ю.А., Трашин А.В., Гордиенко К.С. и др. Принципы хирургии первичных опухолей головного и спинного мозга. *Практическая онкология*. 2013; 14 (3): 148–55.
26. Мельникова Е.А. Метастазы в спинной мозг (эпидемиология, клиника, диагностика, лечение). *Нейрохирургия*. 2007; 1: 50–4.
27. Евзиков Г.Ю., Фарафонов А.В., Алипбеков Н.Н. и др. Субарахноидальное кровоизлияние и гематомия при гемангиобластоме спинного мозга. *Нейрохирургия*. 2015; 3: 68–72.

28. Зайцев А.М., Куржупов М.И., Кушель Ю.В. и др. Интраоперационная флюоресцентная диагностика при удалении эпендимомы шейно-грудного отдела позвоночника. *Фотодинамическая терапия и фотодиагностика*. 2014; 3 (2): 24–7.

29. Коновалов Н.А., Асютин Д.С., Королишин В.А. и др. Тактика лечения нейрогенных опухолей крестца и крестцовой области. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2018; 82 (6): 53–8. DOI: 10.17116/neiro20188206153

30. Евзиков Г.Ю., Шишкова Е.В., Абдалова О.В. и др. Гигантские (сигарообразные) интрадуральные спинальные невриномы на уровне шейного и грудного отделов позвоночника – проблемы диагностики и хирургической тактики. *Нейрохирургия*. 2007; 4: 26–8.

31. Коновалов Н.А., Королишин В.А., Соленкова А.В. и др. Удаление гигантской невриномы в области крестца: случай из практики и обзор литературы. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2019; 83 (2): 101–8. DOI: 10.17116/neiro201983021101

32. Коновалов Н.А., Королишин В.А., Асютин Д.С. и др. Лечение злокачественных опухолей оболочек периферических нервов: случаи из практики и обзор литературы. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2019; 83 (3): 64–2. DOI: 10.17116/neiro20198303164

33. Коновалов Н.А., Королишин В.А., Асютин Д.С. и др. Осложнения хирургического лечения опухолей крестцовой локализации. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2019; 83 (1): 67–74. DOI: 10.17116/neiro20198301167

34. Шулев Ю.А., Рычков В.Л., Трашин А.В. и др. Мигрирующая невринома конского хвоста. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2012; 4 (1): 76–8.

35. Sridhar K., Ramamurthi R., Vasudevan M.C. et al. Giant invasive spinal schwannomas: definition and surgical management. *J Neurosurg*. 2001; 94 (2 Suppl): 210–5. DOI: 10.3171/spi.2001.94.2.0210

36. Басанкин И.В., Нарыжный Н.В., Гользятин А.А. и др. Клинический случай гибридного удаления гигантской невриномы по типу «песочных часов» в грудном отделе позвоночника. *Инновационная медицина Кубани*. 2020; 4 (20): 43–7. DOI: 10.35401/2500-0268-2020-20-4-43-47

37. Hori M., Motosug U., Fatima Z. et al. Mean displacement map of spine and spinal cord disorders using high b-value q-space imaging-feasibility study. *Acta Radiol*. 2011; 52: 1155–8. DOI: 10.1258/ar.2011.110226

38. Ступак В.В., Рабинович С.С., Митюков А.Е. и др. Менингиома вентральной локализации на уровне краниовертебрального перехода. *Хирургия позвоночника*. 2014; 4: 137–41. DOI: 10.14531/ss2014.4.137-141

39. Матвеева О.В., Бажанов С.П., Пономарева Е.Е. и др. Особенности морфологической дифференциальной диагностики интрадуральной опухоли, локализуемой на уровне конуса спинного мозга и корешков конского хвоста. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2018; 14 (3): 567–70.

40. Бульщенко Г.Г., Кравцов М.Н., Свистов Д.В. и др. Оперативные доступы к шейному, грудному и поясничному отделам позвоночника и позвоночного канала (вариант классификации). *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2016; 4 (56): 186–90.

41. Дамдинов Б.Б., Бывальцев В.А., Сороковиков В.А. и др. Роль современных технологий в хирургическом лечении экстрадуральных опухолей спинного мозга. В сб.: Человек: здоровье и экология. Мат-лы III межрегион. научно-практ. конф. молодых ученых. Журнал под ред. В.С. Рукавишниковой, Н.И. Арсентьевой, И.В. Шулюковской. 2013; с. 57–67.

42. Усанов Е.И., Коваленко Р.А., Простомолотов М.Н. Удаление опухолей спинного мозга и конского хвоста из интерламинарэктомического доступа. *Нейрохирургия*. 2013; 4: 75–8. DOI: 10.17650/1683-3295-2013-0-4-75-78

43. Vyas D., Cronin S. Peer Review and Surgical Innovation: Robotic Surgery and Its Hurdles. *Am J Robotic Surg*. 2015; 2 (1): 39–44. DOI: 10.1166/ajrs.2015.1018

44. Бывальцев В.А., Степанов И.А., Алиев М.А. Интраоперационная мультиспиральная компьютерная томография при хирургическом лечении интрадуральных опухолей спинного мозга. *Медицинская техника*. 2019; 2 (314): 25–8.

45. Васильев И.А., Пендюрин И.В., Бузунов А.В. и др. Одностороннее тотальное удаление шванномы спинного мозга типа «песочные часы» с распространением в грудную клетку из заднего паравертебрального доступа без вскрытия плевральной полости (клиническое наблюдение). *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5 (6): 157–64. DOI: 10.29413/ABS.2020-5.6.18

46. Коновалов Н.А., Тиссен Т.П., Тимонин С.Ю. и др. Опыт применения интраоперационной видеоангиографии при удалении гемангиобластом спинного мозга. *Нейрохирургия*. 2017; 4: 21–7.

47. Шевелев И.Н., Коновалов Н.А., Старченко В.М. и др. Опыт применения интраоперационного конусно-лучевого компьютерного томографа и современной системы навигации в хирургическом лечении заболеваний позвоночника и спинного мозга. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78 (3): 21–9.

48. Сарибекян А.С., Федоров С.В. Опыт удаления экстрадуральных опухолей с применением гемиламинарэктомии и микрохирургической техники. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2010; 4: 15–20.

49. Коновалов Н.А., Шишкина Л.В., Асютин Д.С. и др. Экстрадуральная гемангиобластома спинного мозга (случай из практики и обзор литературы). *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2016; 80 (6): 88–92. DOI: 10.17116/neiro201680688-92

50. Григорьев Г.Б., Шулев Ю.А., Трашин А.В. Опухоли оболочек нервов шейного отдела позвоночника: риск развития неврологического дефицита при резекции пораженного нервного корешка. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2015; 7 (3): 50–5.

References

1. Evzikov G.Yu., Fomichev V.G. Surgical treatment of intradural ex-tramedullary tumors of the spinal cord. *Russian journal of neurosurgery*. 2004; 2: 3–6 (in Russ.).

2. Stupak V.V., Pendyurin I.V., Mishinov S.V., et al. Complications of surgical removal of spinal cord tumors. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016; 7 (2): 210–6 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2018.3.100-105

3. Vasilyev I.A., Stupak V.V., Tsvetovskiy S.B. et al. Late recurrence of spinal neurinoma after its single-stage total removal. *Hirurgiia pozvonocznika = Spine Surgery*. 2018; 15 (3): 100–5 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2018.3.100-105

4. Stupak V.V., Shabanov S.V., Pendyurin I.V. et al. Results of surgical treatment in patients with extramedullary dumbbell-shaped tumors. *Hirurgiia pozvonocznika = Spine Surgery*. 2014; 4: 65–71 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2014.4.65-71

5. Orlov V.P., Idrichan S.M., Kravtsov M.N., et al. Experience of surgical treatment of patients with spine and spinal cord tumours in specialized inpatient facility. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2014; 2 (46): 63–6 (in Russ.).

6. Eliseenko I.A., Stupak V.V. Efficiency of ND-YAG laser application in surgical treatment of primary extramedullary tumors. *The Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov*. 2019; 10 (5): 145 (in Russ.).

7. Lutkov M.A., Dubskikh A.O. Surgical treatment of giant neuroma of the cervical and thoracic spine. *Ural Medical Journal*. 2018; 11: 53–6 (in Russ.). DOI: 10.25694/UFMJ.2018.11.22

8. Mogila V.V., Volkodav O.V., Fursov I.V. Tumors of the spinal cord: gender aspects of clinic, diagnostics and treatment (review lecture). *Tauride medico-biological Bulletin*. 2017; 20 (3-1): 120–4 (in Russ.).

9. Polyakov Yu.Yu., Gulyaev D.A., Tastanbekov M.M. Tumors of the spinal cord, its membranes, CMN with destruction of the spine, quality of life of patients. *Ukrainian Neurosurgical Journal*. 2007; 3: 51 (in Russ.).

10. Sorokovikov V.A., Yarullina A.I. Extramedullary spinal tumors – approaches to surgical treatment. *Pacific Medical Journal*. 2015; 4: 89–91 (in Russ.).

11. Byval'tsev V.A., Sorokovikov V.A., Damdinov B.B. et al. Factors affecting the outcome of surgical management for extramedullary spinal cord tumors: a multicenter study. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2014; 78 (6): 15–23 (in Russ.).

12. Onoprienko R.A., Timonin S.Iu., Konovalov N.A. et al. Intradural extramedullary myxoma at the L1 level. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2014; 78 (6): 55–9 (in Russ.).

13. Stupak V.V., Okladnikov G.I., Shabanov S.V. One-step complete removal of dumbbell-shaped spinal cord neurinoma with a large extra-vertebral component. *Hirurgiia pozvonocznika = Spine Surgery*. 2014; 4: 142–5 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2014.4.142-145

14. Byval'tsev V.A., Stepanov I.A. Features and risk factors for recurrence of intradural spinal tumors. *Siberian journal of oncology*. 2019; 18 (1): 21–9 (in Russ.). DOI: 10.21294/1814-4861-2019-18-1-21-29

15. Golanov A.V., Konovalov N.A., Antipina N.A. et al. Stereotactic radiotherapy for spinal meningiomas and neurinomas. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2015; 79 (1): 4–13 (in Russ.). DOI: 10.17116/neiro20157914-13

16. Byval'tsev V.A., Stepanov I.A., Belykh E.G. et al. Long-term Results of Surgical Treatment in Patients with Intradural Spinal Tumors. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2018; 73 (2): 88–95 (in Russ.). DOI: 10.15690/vramn945

17. Konovalov N.A., Shevelev I.N., Nazarenko A.G. et al. The use of minimally invasive approaches to resect intradural extramedullary spinal cord tumors. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2014; 78 (6): 24–36 (in Russ.).

18. Bublikovskiy D.V., Baranova O.V., Evzikov G.Yu. et al. A gigantic meningioma of lumbosacral localization (a clinical case and review of literature). *Russian journal of neurosurgery*. 2006; 2: 52–4 (in Russ.).

19. Byval'tsev V.A., Stepanov I.A., Kichigin A.I. Possibilities of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of spinal cord tumors. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2018; 99 (2): 101–7 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2018-99-2-101-107

20. Pronin I.N. Diagnostics of neoplasms of the spinal cord and spine. *Bulletin of the N. N. Blokhin Russian Research Center of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2004; 15 (1-2): 31–7 (in Russ.).

21. Shavladze Z.N., Smirnov V.V., Eliseev N.P. et al. Radiation diagnostics of spinal cord tumors and secondary spinal tumors. *Manual therapy*. 2010; 2 (38): 82–97 (in Russ.).

22. Grygoriev G.B., Cherebillo V.Yu., Goranchuk D.V. Posterior approach to ventrally and dorsally located spinal meningiomas. *Hirurgiia pozvonocznika = Spine Surgery*. 2021; 18 (1): 61–9 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2021.1.61-69

23. Leonov V.I., Litvinenko E.V. Analysis of clinical manifestations of intradural spinal tumours and their importance for definition of indications to neurovisualisation at the pre-hospital stage. *Bulletin of St. Petersburg University. Medicine*. 2014; 4: 71–5 (in Russ.).

24. Evzikov G.Yu. Clinical manifestations, diagnosis and management of spinal neoplasms. *Neurological Journal*. 2006; 11 (2): 4–11 (in Russ.).

25. Shulev Yu.A., Trashin A.V., Gordienko K.S. et al. Principles of surgery of primary tumors of the brain and spinal cord. *Practical oncology*. 2013; 14 (3): 148–55 (in Russ.).

26. Melnikova E.A. Spinal metastases (epidemiology, clinical manifestations, diagnosis and treatment). *Russian journal of neurosurgery*. 2007; 1: 50–4 (in Russ.).

27. Evzikov G.Yu., Farafontov A.V., Alipbekov N.N. et al. The subarchnoid hemorrhage and hematomyelia because of hemangioblastoma in cervical part of spinal cord. *Russian journal of neurosurgery*. 2015; 3: 68–72 (in Russ.).

28. Zaytsev A.M., Kurzhupov M.I., Kushel' J.V. et al. Intraoperative fluorescence diagnosis for removal of cervical and thoracic ependymoma. *Photodynamic therapy and photodyagnosis*. 2014; 3 (2): 24–7 (in Russ.).

29. Konovalov N.A., Asiutin D.S., Korolishin V.A. et al. Management of neurogenic tumors of the sacrum and sacral area. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2018; 82 (6): 53–8 (in Russ.). DOI: 10.17116/neiro20188206153
30. Evzikov G.Yu., Shishkova E.V., Abdalova O.V., Baranova O.V. Gigantic (cogar-shaped) intradural spinal neurinomas at the cervical and thoracic levels of the spinal cord: the items concerning diagnosis and surgical approach. *Russian journal of neurosurgery*. 2007; 4: 26–8 (in Russ.).
31. Konovalov N.A., Korolishin V.A., Solenkova A.V. et al. Resection of a giant sacral schwannoma: case report and literature review. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2019; 83 (2): 101–8 (in Russ.). DOI: 10.17116/neiro201983021101
32. Konovalov N.A., Korolishin V.A., Asiutin D.S. et al. Treatment of malignant peripheral nerve sheath tumors: case reports and a literature review. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2019; 83 (3): 64–72 (in Russ.). DOI: 10.17116/neiro20198303164
33. Konovalov N.A., Korolishin V.A., Asiutin D.S. et al. Complications of surgical treatment of sacral tumors. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2019; 83 (1): 67–74 (in Russ.). DOI: 10.17116/neiro20198301167
34. Shulev Yu.A., Rychkov V.L., Trashin A.V. et al. Migrating neurinoma of the ponytail. *The Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov*. 2012; 4 (1): 76–8 (in Russ.).
35. Sridhar K., Ramamurthi R., Vasudevan M.C. et al. Giant invasive spinal schwannomas: definition and surgical management. *J Neurosurg*. 2001; 94 (2 Suppl): 210–5. DOI: 10.3171/spi.2001.94.2.0210
36. Basankin I.V., Naryzhnyi N.V., Giulzatyan A.A. et al. A case report of hybrid surgical resection of a giant dumbbell neurinoma in the thoracic spine. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020; 4: 43–7 (in Russ.). DOI: 10.35401/2500-0268-2020-20-4-43-47
37. Hori M., Motosug U., Fatima Z. et al. Mean displacement map of spine and spinal cord disorders using high b-value q-space imaging-feasibility study. *Acta Radiol*. 2011; 52: 1155–8. DOI: 10.1258/ar.2011.110226
38. Stupak V.V., Rabinovich S.S., Mityukov A.E. et al. Meningioma of the anterior portion of the craniovertebral junction. *Hirurgiá pozvonočnika = Spine Surgery*. 2014; 4: 137–41 (in Russ.). DOI: 10.14531/ss2014.4.137-141
39. Matveeva O.V., Bazhanov S.P., Ponomareva E.E. et al. The peculiarities of morphological differential diagnostics of intradural tumor localized at the level of medullary cone and cauda equina roots. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2018; 14 (3): 567–70 (in Russ.).
40. Bulyshchenko G.G., Kravtsov M.N., Svistov D.V. et al. Approaches to the cervical, thoracic and lumbar spine and spinal canal (classification version). *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2016; 4 (56): 186–90 (in Russ.).
41. Damdinov B.B., Byvaltsev V.A., Sorokovikov V.A. et al. The role of modern technologies in the surgical treatment of extramedullary spinal cord tumors. In the collection: Man: health and ecology. Materials of the III Interregional scientific and practical conference of young scientists. The journal is edited by: V.S. Rukavishnikov, N.I. Arsentieva, I.V. Shulikovskaya. 2013; pp. 57–67 (in Russ.).
42. Usanov E.I., Kovalenko R.A., Prostromolotov M.N. The removal of spinal tumors and tumors of cauda equina via interlaminectomy approach. *Russian journal of neurosurgery*. 2013; 4: 75–8 (in Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2013-0-4-75-78
43. Vyas D., Cronin S. Peer Review and Surgical Innovation: Robotic Surgery and Its Hurdles. *Am J Robotic Surg*. 2015; 2 (1): 39–44. DOI: 10.1166/ajrs.2015.1018
44. Byvaltsev V.A., Stepanov I.A., Aliyev M.A. Intraoperative multispiral computerized tomography in the surgical treatment of intradural spinal cord tumors. *Biomedical Engineering*. 2019; 2 (314): 25–8 (in Russ.).
45. Vasilyev I.A., Pendyurin I.V., Buzunov A.V. et al. An Hourglass-Type Spinal Schwannoma Spreading to the Chest Treated with One-Stage Total Removal through Posterior Paravertebral Approach without Opening the Pleural Cavity (Clinical Observation). *Acta Biomedica Scientifica*. 2020; 5 (6): 157–64 (in Russ.). DOI: 10.29413/ABS.2020-5.6.18
46. Konovalov N.A., Tissen T.P., Timonin S.Yu., et al. The usage of intraoperative videoangiography during removal of spinal haemangioblastoma. *Russian journal of neurosurgery*. 2017; 4: 21–7 (in Russ.).
47. Shevelev I.N., Konovalov N.A., Starchenko V.M. et al. Experience of using an intraoperative cone beam computed tomography scanner "o-arm" and the modern navigation system in surgical treatment of spine and spinal cord disorders. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2014; 78 (3): 21–9 (in Russ.).
48. Saribekyan A.S., Fedorov S.V. Our experience of resection of extramedullary spinal tumors using hemilaminectomy and microsurgical technique. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2010; 4: 15–20 (in Russ.).
49. Konovalov N.A., Shishkina L.V., Asiutin D.S. et al. Extradural spinal cord hemangioblastoma (a case report and literature review). *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2016; 80 (6): 88–92 (in Russ.). DOI: 10.17116/neiro201680688-92
50. Grigoriev G.B., Shulev Yu.A., Trashin A.V. Nerve sheath tumors of the cervical spine: risk of neurological deficit after resection of involved nerve root. *The Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov*. 2015; 7 (3): 50–5 (in Russ.).

PRINCIPLES OF DIAGNOSIS AND TREATMENT OF PRIMARY EXTRAMEDULLARY SPINAL CORD TUMORS

A. Yarikov, Candidate of Medical Sciences¹⁻⁵; **A. Dubskikh**⁶; **I. Smirnov**^{2,5}; **Professor A. Fraerman**², MD; **Professor O. Perlmutter**², MD; **Professor S. Tsybusov**⁴, MD; **A. Kalinkin**^{7,8}, Candidate of Medical Sciences; **A. Simonov**², Candidate of Medical Sciences; **A. Istrel'ov**², Candidate of Medical Sciences; **S. Pavlinov**⁹
¹Volga District Medical Center, Federal Biomedical Agency of Russia, Nizhny Novgorod
²City Clinical Hospital Thirty-Nine, Nizhny Novgorod
³City Clinical Hospital Thirteenth, Nizhny
⁴N.I. Lobachevsky National Research Nizhny Novgorod State University
⁵Central City Hospital, Arzamas
⁶Sverdlovsk Regional Oncological Dispensary, Yekaterinburg
⁷Clinical Hospital Fifty-First, Federal Biomedical Agency of Russia, Zheleznogorsk
⁸Federal Siberian Research and Clinical Center, Federal Biomedical Agency of Russia, Krasnoyarsk
⁹OOO «Mirt Medical Center», Kostroma

Spinal cord tumors are most often observed in a socially active group of people aged 30–50 years with a predominance of extramedullary tumors, which determines the great urgency of this problem. The analysis of the data of modern literature devoted to the main methods of diagnosis of spinal cord tumors is presented. The possibilities of using computed tomography, magnetic resonance imaging, diffusion-weighted magnetic resonance imaging are reflected. Various surgical methods for the treatment of extramedullary spinal cord tumors are presented, where a special role is given to minimally invasive approaches. Complications of postoperative interventions are described. It is noted that the radical surgical treatment of spinal cord tumors depends not only on the localization and size of the tumor, but also on its histological structure, which determines the outcome of the disease.

Key words: meningioma, neurinoma, spinal cord tumors, neurofibromatosis, apparent diffusion coefficient card, minimally invasive surgery.

For citation: *Vrach*. 2022; 33 (11): 28–34. <https://doi.org/10.29296/25877305-2022-11-05>

Об авторах/About the authors: Yarikov A.V. ORCID: 0000-0002-4437-4480; Dubskikh A.O. ORCID: 0000-0003-4796-1768; Smirnov I.I. ORCID: 0000-0002-1766-9515; Fraerman A.P. ORCID: 0000-0003-3486-6124; Perlmutter O.A. ORCID: 0000-0002-7934-1437; Tsybusov S.N. ORCID: 0000-0003-7899-9896; Kalinkin A.A. ORCID: 0000-0002-1605-9088; Simonov A.E. ORCID: 0000-0002-3456-6147; Istrel'ov A.K. ORCID: 0000-0002-3896-6873; Pavlinov S.E. ORCID: 0000-0002-1526-9435