

Научная статья

УДК 616.853

EDN: <https://elibrary.ru/XXPNHO>

Применение стимуляции блуждающего нерва в лечении фармакорезистентной эпилепсии

Екатерина Александровна Постникова^{1✉}, Андрей Юрьевич Лазарев^{1,2},
Владимир Сергеевич Колотвинов², Александр Юрьевич Шамов²

¹ Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

² Городская клиническая больница № 40, Екатеринбург, Россия

✉ ms.postnikova.ekaterina@mail.ru

Аннотация. Фармакорезистентная эпилепсия (ФРЭ) — форма заболевания, при которой приступы продолжаются, несмотря на адекватную противоэпилептическую терапию двумя противоэпилептическими препаратами (ПЭП) в виде монотерапии или в комбинации. В связи с тем, что резекционные и деструктивные хирургические методы лечения недоступны для больных с медикаментозно резистентными первично генерализованными мультифокальными приступами или при расположении эпилептогенной зоны у таких пациентов в функционально значимых областях головного мозга, в настоящее время является актуальным поиск альтернативных малоинвазивных методов лечения. Одной из таких методик является стимуляция блуждающего нерва (*англ.* Vagus Nerve Stimulation, VNS). До настоящего времени проводятся исследования, сообщаящие об эффективности и (или) безопасности VNS при эпилепсии и ее сопутствующих заболеваниях. *Цель исследования* — оценка эффективности и безопасности применения VNS у пациентов с фармакорезистентной формой эпилепсии. *Материалы и методы.* 13 пациентам с диагнозом ФРЭ в возрасте от 9 до 50 лет осуществлена имплантация системы VNS на базе Городской клинической больницы № 40 (Екатеринбург; 2022–2023 гг.). Длительность катмнеза составила 2–16 месяцев. *Результаты исследования.* Выявлено уменьшение количества приступов наиболее инвалидизирующего (доминантного) типа у 2 пациентов (15,4 %) с установленным стимулятором в 2022 г. 3 пациента (23,1 %), оперированные в том же году, отмечают прекращение приступов на протяжении 2 месяцев — 1,5 лет; далее необходима настройка стимулятора. У пациентов, которым установка VNS проводилась в 2023 г., отмечена положительная динамика, однако оценка ремиссии (снижения частоты приступов) требует дальнейшего наблюдения. Противосудорожная терапия в полном объеме показана 5 пациентам (38,5 %), снижение дозы принимаемых препаратов рекомендована 4 больным (30,8 %), снижение

дозировки применяемых ПЭП с титрованием (постепенной отменой) — 3 пациентам (23,1 %). Побочные эффекты на фоне VNS наблюдались у 2 пациентов (15,4 %). **Выводы.** Стимуляция блуждающего нерва показала себя как безопасный и эффективный дополнительный метод лечения пациентов с ФРЭ. Методика позволяет сократить частоту и уменьшить тяжесть эпилептических припадков. VNS используется в лечении фармакорезистентной эпилепсии у пациентов, которым недоступны по медицинским показаниям резекционные либо деструктивные хирургические методики, либо назначается больным, которые уже были прооперированы с неудовлетворительным результатом.

Ключевые слова: эпилепсия, фармакорезистентность, фармакорезистентная эпилепсия, стимуляция блуждающего нерва, VNS-терапия

Для цитирования: Применение стимуляции блуждающего нерва в лечении фармакорезистентной эпилепсии / Е. А. Постникова, А. Ю. Лазарев, В. С. Колотвинов, А. Ю. Шамоу // Вестник УГМУ. 2024. № 1. С. 57–66. EDN: <https://elibrary.ru/XXPNHO>.

Original article

The Use of Vagus Nerve Stimulation in the Treatment of Pharmacoresistant Epilepsy

Ekaterina A. Postnikova^{1✉}, Andrey Yu. Lazarev^{1,2},
Vladimir S. Kolotvinov², Alexander Yu. Shamov²

¹ Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

² City Clinical Hospital No. 40, Ekaterinburg, Russia

✉ ms.postnikova.ekaterina@mail.ru

Abstract. Pharmacoresistant epilepsy (PRE) is a form of the disease in which seizures continue despite adequate antiepileptic therapy with two peptides in the form of monotherapy or in combination. Due to the fact that resection and destructive surgical methods of treatment are not available for patients with drug-resistant primary generalized, multifocal seizures, or with the location of the epileptogenic zone in such patients in functionally significant areas of the brain, it is currently urgent to search for alternative minimally invasive treatment methods. One of these techniques is vagus nerve stimulation (VNS). To date, studies have been conducted reporting the efficacy and/or safety of VNS in epilepsy and its concomitant diseases. *Objective* — to evaluate the efficacy and safety of vagus nerve stimulation (VNS) in patients with a pharmacoresistant form of epilepsy. *Materials and methods.* 13 patients diagnosed with PRE aged 9 to 50 years were implanted with a VNS system

based on City Clinical Hospital No. 40 (Ekaterinburg; 2022–2023). The duration of the catamnesis was 2–16 months. *Results.* A decrease in the number of seizures of the most disabling (dominant) type was revealed in 2 patients (15.4 %) with an installed stimulant in 2022, 3 patients (23.1 %) operated on in the same year noted the cessation of seizures for 2 months — 1.5 years; further adjustment of the stimulator is necessary. Positive dynamics was noted in patients who underwent VNS installation in 2023, however, the assessment of remission (reduction) in the frequency of seizures requires further monitoring. Anticonvulsant therapy is fully indicated in 5 patients (38.5 %), reducing the dose of drugs taken is recommended in 4 patients (30.8 %), reducing the dosage of the antiepileptic drug used with titration (gradual) withdrawal in 3 patients (23.1 %). Side effects on the background of VNS were observed in 2 patients (15.4 %). *Conclusions.* Vagus nerve stimulation has proven to be a safe and effective additional treatment method for patients with PRE. The technique allows you to reduce the frequency and severity of epileptic seizures. VNS is used in the treatment of pharmacoresistant epilepsy in patients who are not medically available for resection or destructive surgical techniques, or in patients who have already been operated on with unsatisfactory results.

Keywords: epilepsy, pharmacoresistance, pharmacoresistant epilepsy, vagus nerve stimulation, VNS therapy

For citation: Postnikova EA, Lazarev AYu, Kolotvinov VS, Shamov AYu. The use of vagus nerve stimulation in the treatment of pharmacoresistant epilepsy. *Bulletin of USMU.* 2024;(1):57–66. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/XXPNHO>.

Введение. Эпилепсия — заболевание головного мозга, определяемое любым из следующих условий:

- 1) по крайней мере два неспровоцированных (или рефлексорных) приступа с интервалом >24 ч.;
- 2) один неспровоцированный (или рефлексорный) приступ и вероятность повторения приступов, близкая к общему риску рецидива ($\geq 60\%$) после двух спонтанных приступов, в последующие 10 лет;
- 3) диагноз эпилептического синдрома ($\geq 60\%$ — следует трактовать как высокую вероятность рецидива) [1].

Среди населения развитых стран распространенность эпилепсии составляет 50 больных на 100 000 человек в год [2]. В России этот показатель составляет 3,39 на 1 000 населения [3]. При этом более чем у трети пациентов наблюдается эпилепсия, которая остается неконтролируемой при применение современных противоэпилептических препаратов [4].

Фармакорезистентная эпилепсия (ФРЭ) — форма заболевания, при которой приступы продолжаются, несмотря на адекватную противоэпилептическую терапию двумя противоэпилептическими препаратами (ПЭП) в виде монотерапии или в комбинации [1].

Фармакорезистентная форма эпилепсии — группа расстройств, которые разнообразны по происхождению, течению и прогнозу. Эпилептические приступы снижают качество жизни пациентов. У таких больных возникают трудности с участием в общественной жизни как на личном, так и на общественном уровне, увеличивается риск угрозы жизни и здоровью [5].

Для пациентов с ФРЭ хирургическое лечение является наиболее приоритетным, позволяющим повысить качество жизни. Эффективность такого лечения составляет 30–84 % [6]. Однако в связи с тем, что резекционные и деструктивные хирургические методы лечения недоступны для больных с медикаментозно резистентными первично генерализованными мультифокальными приступами или при расположении эпилептогенной зоны у таких пациентов в функционально значимых областях головного мозга, в настоящее время является актуальным поиск альтернативных малоинвазивных методов лечения [6].

Ранее паллиативные хирургические процедуры ограничивались операциями по разъединению структур головного мозга, в настоящее время доступно несколько методов нейростимуляции для лечения кортикальных, битемпоральных и даже мультифокальных или генерализованных эпилептических очагов [7]. Одной из таких методик является стимуляция блуждающего нерва (*англ.* Vagus Nerve Stimulation, VNS), которая впервые была одобрена для лечения эпилепсии в Европе в 1994 г. и Соединенных Штатах в 1997 г. [8]. В России метод VNS-терапии был зарегистрирован в 2009 г. и составил 700 имплантаций во всех регионах страны [6]. За период существования такой методики стимулятор блуждающего нерва был установлен более чем 65 000 пациентов с ФРЭ по всему миру [9].

До настоящего времени проводятся исследования, сообщаящие об эффективности и (или) безопасности VNS при эпилепсии и ее сопутствующих заболеваниях. Результаты анализа доказывают, что эффективность VNS становится оптимальной примерно к 6 месяцу лечения и примерно у 45–65 % пациентов достигается снижение частоты приступов на 50–100 % [8].

Согласно выводам экспертов Американской неврологической академии (*англ.* American Academy of Neurology), использование VNS при эпилепсии эффективно и безопасно [10]. При этом остается риск прямых хирургический осложнений, таких как повреждение сосудисто-нервных образований шеи, инфицирование раны, аллергическая реакция на анестезию. Кроме того, возможны функциональные побочные эффекты такой методики: нарушение сердечного ритма, дисфагия, кашель, охриплость голоса, синдром обструктивного апноэ сна. Психические расстройства (дисфория, агрессия) также являются побочными эффектами, характерными для VNS-терапии, особенно у больных с множественными ежедневными приступами. Отдаленными последствиями, требующими удаления имплантата, являются нагноение раны, послеоперационная гематома, отторжение устройства [11].

Принцип действия VNS-установки находится на стадии изучения. Частично механизм вагусной стимуляции можно обосновать анатомо-физиологическими особенностями n. vagus, который является смешанным нервом. Эфферентные двигательные волокна берут начало в дорсальном ядре блуждающего нерва. Аfferентные волокна передают информацию от головы, шеи, груди и органов брюшной полости в мозг, где достигают двойного ядра, заканчиваясь в ядре одиночного пути, имеющего связи со срединным швом и голубоватым местом. Таким образом, нерв контролирует вегетативные функции. Вполне возможно, что именно нейронные связи n. vagus обуславливают противосудорожный и другие нейропсихиатрические эффекты VNS-терапии [9].

Цель исследования — оценка эффективности и безопасности применения VNS у пациентов с фармакорезистентной формой эпилепсии.

Материалы и методы. В течение 2 лет (2022–2023 гг.) на базе Городской клинической больницы № 40 (ГКБ № 40; Екатеринбург) система постоянной VNS (производитель — Cyberonics, США) установлена 13 больным ФРЭ (7 женщинам и 6 мужчинам) в возрасте от 9 до 50 лет. Из них младше 18 лет — 5 пациентов (38,5%), в возрасте 18 лет и старше — 8 (61,5%). Средняя продолжительность болезни пациентов 15,9 лет.

Для VNS-терапии отобраны следующие кандидаты: 8 пациентов (61,5%) с фокальной, 1 (7,7%) — генерализованной ФРЭ с различными видами приступов.

Все включенные в исследование пациенты получали противоэпилептическую терапию на момент включения, наиболее часто использовались «Трилептал» (23,1%), ламотриджин (23,1%), «Кеппра» (23,1%), леветирацетам (15,4%), «Финлепсин» (15,4%). Большинство больных принимало более двух ПЭП. При этом, несмотря на постоянный прием различных комбинаций ПЭП, у пациентов сохранялись частые (от одного в неделю до нескольких в день) полиморфные эпилептические припадки.

Немедикаментозная терапия до имплантации стимулятора блуждающего нерва проводилась 3 пациентам (23,1%): удаление фокальной корковой дисплазии (ФКД) левой лобной доли; микрохирургическое удаление эпилептического очага; каллезотомия; резекция ФКД правой височно-инсулярной области, заднеквадрантной дисконнекции.

При магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга у 2 пациентов (15,4%) визуализированы структурные изменения головного мозга, которые могут являться эпилептогенными очагами: мелкая киста в правой парагиппокампальной борозде, единичные очаги глиоза левой лобно-теменной области. У остальных 11 кандидатов (84,6%) МРТ-картина отрицательна (эпилептогенный очаг не определяется). Показаний к интракраниальному нейрохирургическому вмешательству у больных данной группы не было, что и послужило основанием для лечения VNS.

Тактика оперативного вмешательства едина для каждого случая (исключая индивидуальные особенности пациента). Под общим наркозом в положении больного лежа с поворотом головы вправо производят линейный разрез кожи в левой подключичной области. Формируют карман для генератора. В области левого каротидного треугольника параллельно кожной складке производят линейный разрез кожи. Подкожную жировую клетчатку и *m. platysma* разводят по ходу волокон. Тупым способом по переднему краю кивательной мышцы осуществляют доступ к сосудисто-нервному пучку шеи слева. *N. vagus* выделяют на протяжении 3 см и берут на держалки. В соответствии с протоколом, производят тестирование генератора. Убеждаются, что система работает удовлетворительно. Далее производят туннелирование из подключичной области в область сосудисто-нервного пучка. С применением микрохирургической техники производят имплантацию электрода к стволу *n. vagus*. Дистальный отдел электрода подсоединяют к генератору. В соответствии с протоколом, производят повторное тестирование генератора. Убеждаются, что система работает удовлетворительно. Измеряют импеданс (единицы измерения — Ом). Производят фиксацию электрода к глубокой фасции в трех точках с формированием кольца и петли. Генератор и дистальный конец электрода укладывают в сформированный заранее подкожный карман в левой подключичной области. Производят гемостаз. Послойный шов раны. Кожу ушивают внутрикожно биodeградируемой нитью, обрабатывают спиртом, накладывают асептическую наклейку.

В дальнейшем осуществляли клинический и нейрофизиологический контроль изменений. Для достижения наилучших результатов параметры стимуляции изменяли индивидуально, в зависимости от переносимости VNS и особенностей клинического течения заболевания.

Результаты. Среди пациентов с установленной системой VNS не выявлено статистической значимой гендерной принадлежности — соотношение мужчины: женщины практически 1 : 1 (6 (46,2%) против 7 (53,8%)). Средний возраст в группе — 22,2 года (от 9 до 50 лет). При этом соотношение дети: взрослые (на момент операции) приблизительно 1 : 2 (5 (38,5%) против 8 (61,5%)). Минимальная продолжительность болезни — 5 лет (при возрасте пациента 9 лет — дебют в 4 года, генерализованный моторный приступ), максимальный — 29 лет (при возрасте пациента 30 лет — дебют в 1 год, приступы падений по типу обморока). Наиболее раннее первое проявление заболевания — в 5 месяцев (нынешний возраст — 20 лет), наиболее поздний дебют — в 39 лет (нынешний возраст — 50 лет). При этом определяется преобладание раннего дебюта (до 3 лет) — 7 пациентов (53,8%); дебют в детском (юношеском) возрасте (до 18 лет) — 5 пациентов (38,4%). В исследуемой выборке преобладали пациенты с фокальной формой эпилепсии — 61,5%, генерализованная форма эпилепсии зарегистрирована в 7,7% случаев. У 4 пациентов (30,7%) тип эпилепсии не установлен.

Однородности типов приступов не выявлено. Однако наиболее часто встречающиеся припадки — билатеральные тонико-клонические (38,5%). Также определены:

- 1) фокальные приступы с нарушением сознания (15,4%);
- 2) фокальные когнитивные пароксизмы с нарушением сознания (7,7%);
- 3) фокальные серийные пароксизмы с нарушением сознания (7,7%);
- 4) атипичные абсансы (15,4%);
- 5) фокальные адверсивные приступы (7,7%);
- 6) билатерально-клонические пароксизмы с кластерным течением (7,7%);
- 7) фокальные моторные тонические приступы (7,7%);
- 8) атипичные приступы (7,7%);
- 9) генерализованные моторные приступы (7,7%);
- 10) комплексные фокальные диалептические и аутомоторные приступы (7,7%).

У 5 пациентов (38,5%) регистрировались приступы одного типа, у 4 (30,8%) — эпилептические приступы двух типов. У 3 больных (23,1%) отмечено три и более типа эпилептических приступов. У 1 пациента в истории болезни нет указания типа приступов.

Одному пациенту (7,7%) поставлен диагноз эпилептической энцефалопатии (фенотипически Леннокса — Гасто).

Среди этиологических факторов развития ФРЭ преобладают структурные изменения (30,8%), также у 2 пациентов (15,4%) установлена генетическая эпилепсия, идиопатическая — у 1 кандидата (7,7%).

Когнитивные нарушения наблюдаются у 4 пациентов (30,8%). Также выявлены: тревожное расстройство и диссомния (7,7%), аффективные нарушения (7,7%), экстрапирамидные нарушения (7,7%), сенсомоторная афазия (7,7%), миоклония век (7,7%), нарушение поведения (7,7%).

Выявлено уменьшение количества приступов наиболее инвалидизирующего (доминантного) типа у 2 пациентов (15,4%) с установленным стимулятором в 2022 г. 3 пациента (23,1%), оперированные в том же году отмечают прекращение приступов на протяжении 2 месяцев — 1,5 лет; далее необходима настройка стимулятора. У пациентов, которым установка VNS проводилась в 2023 г., отмечена положительная динамика, однако оценка ремиссии (снижения частоты приступов) требует дальнейшего наблюдения.

Наиболее востребованы настройки VNS 1,25 (N), 1,5 (M)*. Один пациент — с текущими настройками 1,75 (N), 2,0 (M).

Противосудорожная терапия в полном объеме показана 5 пациентам (38,5%), снижение дозы принимаемых препаратов рекомендована 4 больным (30,8%), снижение дозировки применяемых ПЭП с титрованием (постепенной отменой) — 3 пациентам (23,1%).

* N — выходной ток нормальной стимуляции; M — выходной ток в режиме магнита.

Побочные эффекты VNS наблюдались у 2 пациентов (15,4%): на включение стимулятора — осиплость голоса, что объясняется спазмом ипсилатеральной голосовой либо вестибулярной складок [12]; в раннем послеоперационном периоде — нарушение сознания до глубокого оглушения (11–12 баллов по шкале комы Глазго (*англ.* The Glasgow Coma Scale)), тетрапарез до 2 баллов по шкале количественной оценки мышечной силы (*англ.* Medical Research Council Weakness Scale), эписиндром с генерализованными приступами по типу абсансов (компьютерная томография головного мозга — сосудистые катастрофы исключены, стимулятор блуждающего нерва отключен). При этом прямых хирургических осложнений не выявлено.

Выводы:

- 1) стимуляция блуждающего нерва показала себя как безопасный и эффективный дополнительный метод лечения пациентов с ФРЭ. Методика позволяет сократить частоту и уменьшить тяжесть эпилептических припадков. Метод VNS является общепринятым, рассматривается многими авторами;
- 2) VNS-терапия используется в лечении фармакорезистентной эпилепсии у пациентов (взрослых и детей), которым недоступны по медицинским показаниям резекционные либо деструктивные хирургические методики, либо назначается больным, которые уже были прооперированы с неудовлетворительным результатом;
- 3) профиль побочных эффектов VNS положительный, и этот вариант лечения предлагает пациентам с рефрактерной эпилепсией перспективы хорошей эффективности при незначительных и часто разрешимых побочных эффектах.

Список источников

1. Эпилепсия и эпилептический статус у взрослых и детей : клинические рекомендации М-ва здравоохранения РФ / Всерос. о-во неврологов ; Ассоц. нейрохирургов России ; Ассоц. специалистов по клин. нейрофизиологии ; Союз реабилитологов России ; Рос. противоэпилепт. лига. 2022. 277 с. URL: <https://clck.ru/39WDRZ> (дата обращения: 19.09.2023).
2. Sander J.W. The Epidemiology of Epilepsy Revisited // Current Opinion in Neurology. 2003. Vol. 16, Iss. 2. P. 165–170. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000063766.15877.8e>.
3. Эпидемиология эпилепсии в России / А. Б. Гехт, Л. Е. Мильчакова, Ю. Ю. Чурилин [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2006. Т. 106, № 1. С. 3–7.
4. Treatment Outcomes in Patients with Newly Diagnosed Epilepsy Treated with Established and New Antiepileptic Drugs: A 30-Year Longitudinal Co-

- hort Study / Z. Chen, M.J. Brodie, D. Liew, P. Kwan // *JAMA Neurology*. 2018. Vol. 75, Iss. 3. P. 279–286. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2017.3949>. Erratum in: *JAMA Neurology*. 2018. Vol. 75, Iss. 3. P. 384. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.0018>.
5. Ранние и отдаленные результаты хирургического лечения фармакорезистентных форм эпилепсии / В. В. Крылов, А. Б. Гехт, И. С. Трифонов [и др.] // *Российский неврологический журнал*. 2022. Т. 27, № 1. С. 52–61. DOI: <https://doi.org/10.30629/2658-7947-2022-27-1-52-61>.
6. Эффективность и безопасность применения стимулятора блуждающего нерва у пациентов с фармакорезистентной эпилепсией на территории Российской Федерации: многоцентровая ретроспективная наблюдательная программа / К. В. Воронкова, М. Н. Ключков, Н. Ю. Королева [и др.] // *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2021. Т. 13, № 2. С. 106–122. DOI: <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2021.089>.
7. Englot D. J. A Modern Epilepsy Surgery Treatment Algorithm: Incorporating Traditional and Emerging Technologies // *Epilepsy & Behavior*. 2018. Vol. 80. P. 68–74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2017.12.041>.
8. Learnings from 30 Years of Reported Efficacy and Safety of Vagus Nerve Stimulation (VNS) for Epilepsy Treatment: A Critical Review / D. H. Toffa, L. Touma, T. El Mesquine [et al.] // *Seizure*. 2020. Vol. 83. P. 104–123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2020.09.027>.
9. Опыт использования стимуляции блуждающего нерва в лечении фармакорезистентной эпилепсии / Л. В. Липатова, Т. А. Скоромец, С. А. Громов [и др.] // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2014. Т. 6, № 1S. С. 18–21. DOI: <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2014-1S-18-21>.
10. Vagus Nerve Stimulation for Treatment of Partial Seizures: 1. A controlled study of Effect on Seizures / E. Ben-Menachem, R. Manon-Espaillet, R. Ristanovic [et al.] // *Epilepsia*. 1994. Vol. 35, Iss. 3. P. 616–626. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1528-1157.1994.tb02482.x>.
11. Котов А. С., Фирсов К. В., Санду Е. А. Фармакорезистентная эпилепсия. Клиническая лекция // *ПМЖ*. 2021. № 6. С. 33–39. EDN: <https://elibrary.ru/hbycym>.
12. Laryngeal and Vocal Changes During Vagus Nerve Stimulation in Epileptic Patients / W. Kersing, P. H. Dejonckere, H. E. van der Aa, H. P. Buschman // *Journal of Voice*. 2002. Vol. 16, Iss. 2. P. 251–257. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(02\)00094-2](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(02)00094-2).

Информация об авторах

Екатерина Александровна Постникова — студент лечебно-профилактического факультета, Уральский государственный медицинский университет

(Екатеринбург, Россия). E-mail: ms.postnikova.ekaterina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5159-8659>.

Андрей Юрьевич Лазарев — кандидат медицинских наук, доцент кафедры нервных болезней, нейрохирургии и медицинской генетики, Уральский государственный медицинский университет (Екатеринбург, Россия); заведующий нейрохирургическим отделением № 1, Городская клиническая больница № 40 (Екатеринбург, Россия). E-mail: lazarevau@gkb40.ur.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3448-6905>.

Владимир Сергеевич Колотвинов — заместитель главного врача по нейрохирургии, Городская клиническая больница № 40 (Екатеринбург, Россия). E-mail: kolotvinov@gkb40.ur.ru.

Александр Юрьевич Шамов — заведующий нейрохирургическим отделением № 2, Городская клиническая больница № 40 (Екатеринбург, Россия). E-mail: shamov@gkb40.ur.ru.

Information about the authors

Ekaterina A. Postnikova — Student of the General Medicine, Ural State Medical University (Ekaterinburg, Russia). E-mail: ms.postnikova.ekaterina@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5159-8659>.

Andrey Yu. Lazarev — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Nervous Diseases, Neurosurgery and Medical Genetics, Ural State Medical University (Ekaterinburg, Russia); Head of the Neurosurgical Department No. 1, City Clinical Hospital No. 40 (Ekaterinburg, Russia). E-mail: lazarevau@gkb40.ur.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3448-6905>.

Vladimir S. Kolotvinov — Deputy Chief Physician for Neurosurgery, City Clinical Hospital No. 40 (Ekaterinburg, Russia). E-mail: kolotvinov@gkb40.ur.ru.

Alexander Yu. Shamov — Head of the Neurosurgical Department No. 2, City Clinical Hospital No. 40 (Ekaterinburg, Russia). E-mail: shamov@gkb40.ur.ru.