

ISSN 2077-8333 (print)  
ISSN 2311-4088 (online)

# ЭПИЛЕПСИЯ и пароксизмальные состояния



2023 Том 15 №4

EPILEPSY AND PAROXYSMAL CONDITIONS

2023 Vol. 15 №4

<https://epilepsia.su>

Данная интернет-версия статьи была скачана с сайта <http://www.epilepsia.su>. Не предназначено для использования в коммерческих целях.  
Информацию о репринтах можно получить в редакции. Тел.: +7 (495) 649-54-95; эл. почта: [info@irbis-1.ru](mailto:info@irbis-1.ru).



<https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.160>

ISSN 2077-8333 (print)

ISSN 2311-4088 (online)

# Опыт использования стимуляции блуждающего нерва в лечении фармакорезистентной эпилепсии

А.А. Шатохин<sup>1</sup>, С.М. Карпов<sup>2</sup>, Е.В. Кушнарева<sup>3</sup>, И.А. Пешкова<sup>4</sup>,  
А.В. Шатохин<sup>1</sup>, И.А. Вышлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ставропольского края «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Ставрополя (ул. Тухачевского, д. 17, Ставрополь 355040, Россия)

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ул. Мира, д. 310, Ставрополь 355017, Россия)

<sup>3</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ставропольского края «Ставропольская краевая клиническая больница» (ул. Лермонтова, д. 208, Ставрополь 355002, Россия)

<sup>4</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Ставропольского края «Ипатовская районная больница» (ул. Гагарина, д. 123, Ипатово 356630, Россия)

Для контактов: Антон Андреевич Шатохин, e-mail: [dr.shatokhin@gmail.com](mailto:dr.shatokhin@gmail.com)

## РЕЗЮМЕ

В статье представлен разбор клинического случая хирургического лечения взрослой пациентки с фармакорезистентной эпилепсией без выявленных морфологических очаговых изменений головного мозга, которой имплантировано устройство для нейростимуляции блуждающего нерва (англ. vagus nerve stimulation, VNS). Проанализированы результаты лечения в течение 6 мес, а также проведен обзор литературы с оценкой эффективности работы системы VNS у различных групп больных. Особенностью данного клинического наблюдения является значительная положительная динамика в виде регресса эпилептических приступов и отсутствия регистрации эпилептиформной активности по данным электроэнцефалографии во время стимуляции VNS. При отсутствии морфологических очаговых изменений головного мозга у взрослых пациентов установка системы VNS является эффективным и безопасным методом лечения фармакорезистентной формы эпилепсии.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Эпилепсия, фармакорезистентная эпилепсия, стимуляция блуждающего нерва, VNS, электроэнцефалография, ЭЭГ.

## ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

Поступила: 31.05.2023. В доработанном виде: 19.11.2023. Принята к печати: 10.12.2023. Опубликовано: 15.12.2023.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии необходимости раскрытия конфликта интересов в отношении данной публикации.

## Вклад авторов

Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

## Для цитирования

Шатохин А.А., Карпов С.М., Кушнарева Е.В., Пешкова И.А., Шатохин А.В., Вышлова И.А. Опыт использования стимуляции блуждающего нерва в лечении фармакорезистентной эпилепсии. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2023; 15 (4): 348–353. <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.160>.

### The experience of applying vagus nerve stimulation in treatment of pharmacoresistant epilepsy

A.A. Shatokhin<sup>1</sup>, S.M. Karpov<sup>2</sup>, E.V. Kushnareva<sup>3</sup>, I.A. Peshkova<sup>4</sup>, A.V. Shatokhin<sup>1</sup>, I.A. Vyshlova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> City Clinical Hospital of Emergency Medical Care (17 Tukhachevsky Str., Stavropol 355040, Russia)

<sup>2</sup> Stavropol State Medical University (310 Mira Str., Stavropol 355017, Russia)

<sup>3</sup> Stavropol District Clinical Hospital (208 Lermontov Str., Stavropol 355002, Russia)

<sup>4</sup> Ipatovo Regional Hospital (123 Gagarin Str., Ipatovo 356630, Russia)

**Corresponding author:** Anton A. Shatokhin, e-mail: [dr.shatokhin@gmail.com](mailto:dr.shatokhin@gmail.com)

#### SUMMARY

The article presents a clinical case of adult patient with pharmacoresistant epilepsy lacking focal cerebral morphological changes, who was surgically implanted with a vagus nerve stimulation (VNS) system. The results of 6 months-long treatment were analyzed. In addition, available publications were reviewed to evaluate effectiveness of the VNS system in different patient groups. Current clinical case was featured with significant positive dynamics revealed by regression of epileptic seizures and no recorded epileptiform activity based on electroencephalography during VNS stimulation. In the absence of morphological cerebral focal changes in adult patients, installation of the VNS system is an effective and safe method to control pharmacoresistant epilepsy.

#### KEYWORDS

Epilepsy, pharmacoresistant epilepsy, vagus nerve stimulation, VNS, electroencephalography, EEG.

#### ARTICLE INFORMATION

**Received:** 31.05.2023. **Revision received:** 19.11.2023. **Accepted:** 10.12.2023. **Published:** 15.12.2023.

#### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest regarding this publication.

#### Authors' contribution

All authors contributed equally to this article.

#### For citation

Shatokhin A.A., Karpov S.M., Kushnareva E.V., Peshkova I.A., Shatokhin A.V., Vyshlova I.A. The experience of applying vagus nerve stimulation in treatment of pharmacoresistant epilepsy. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoania / Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2023; 15 (4): 348–353 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333/epi.par.con.2023.160>.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Во всем мире различными формами эпилепсии страдают 50–75 млн человек. Известно, что из них около 30%, особенно пациенты с фокальными приступами, имеют форму, резистентную к фармакотерапии [1–6]. Для таких больных разработан альтернативный метод хирургического лечения – нейростимуляция блуждающего нерва (англ. vagus nerve stimulation, VNS) [3, 7–9]. В Европе данная технология одобрена в 1994 г., в США – в 1997 г. [10].

Суть метода заключается в стимуляции ядра одиночного тракта, в результате чего купируется эпилептический приступ [2, 11, 12]. Система состоит из генератора импульсов, который устанавливается в подкожно-жировую клетчатку левой подключичной или подмышечной области, двух электродов, присоединенных к шейному отделу левого блуждающего нерва, и внешней системы программирования [13–15].

Специалист настраивает параметры устройства при помощи беспроводного подключения к персональному компьютеру (или смартфону) либо к специальному генератору магнитных импульсов [8, 16]. Импульсы гене-

рируются через равные промежутки времени, настраиваются персонализированно [2, 17].

Существуют определенные критерии отбора пациентов к имплантации системы VNS [13, 18, 19]:

- различные формы фармакорезистентной эпилепсии (прием более трех препаратов);
- рефрактерность к двум и более противосудорожным препаратам (ПЭП);
- исключение других заболеваний, сопровождающихся судорожным синдромом;
- непригодность для резективного хирургического лечения головного мозга.

Метод может применяться у пациентов любого возраста [20] – у взрослых больных прежде всего при фокальной эпилепсии, а у детей при симптоматической генерализованной эпилепсии [3, 21].

Самым частым встречающимся побочным эффектом является осиплость голоса во время включения аппарата, а общехирургические осложнения регистрируются крайне редко [1, 9, 19].

По данным Сойко и др., уменьшение количества приступов пациенты отмечают уже через полгода по-

сле установки системы VNS, но наиболее высокий терапевтический эффект наблюдается через год – частота судорожных приступов снижается более чем на 50% [22].

**Цель** – оценить эффективность применения системы VNS у взрослой пациентки с фармакорезистентной формой эпилепсии без выявленных морфологических очаговых изменений головного мозга.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ / CASE REPORT

Пациентка В. (45 лет) проходила лечение в нейрохирургическом отделении многопрофильного стационара в июне 2022 г. с жалобами на внезапные приступы потери сознания длительностью до 1,5 мин, сопровождающиеся тонико-клоническими судорогами, с частотой 2–3 раза в неделю, преимущественно в ночное время.

В связи с показаниями пациентке было предложено оперативное лечение.

### Этические аспекты / Ethical aspects

При ведении пациентки и написании работы следовали принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Форталеа, Бразилия, 2013 г.). Была проведена беседа, мы проинформировали о всех рисках, возможных исходах операции и побочных эффектах. У пациентки было взято согласие на проведение предоперационного обследования и оперативное вмешательство.

### Анамнез заболевания / History of disease

Первый генерализованный тонико-клонический приступ возник в возрасте 22 лет (на фоне полного благополучия). С тех пор находится на учете у эпилептолога с диагнозом «симптоматическая эпилепсия», принимала ПЭП. После постановки диагноза использовала бензобарбитал в дозе 100 мг (по 1 таблетке 3 раза в сутки), благодаря чему частота приступов несколько уменьшилась. В течение нескольких лет на фоне терапии отмечалась негативная динамика, в связи с чем постепенно добавлялись ламотриджин, карбамазепин в пролонгированной форме с увеличением дозировки используемых ПЭП до максимальных суточных доз. На фоне терапии эпилептические приступы сохранялись до 3 раз в неделю.

### Неврологический статус / Neurological status

На момент поступления общее состояние пациентки удовлетворительное. Соматически компенсирована.

В неврологическом статусе: сознание ясное (оценка 15 баллов по Шкале комы Глазго (англ. Glasgow Coma Scale, GCS)), контактна, адекватна, ориентированна в собственной личности, времени и пространстве. Когнитивные функции в норме. Общемозговых и очаговых симптомов не выявлено.

### Инструментальные и лабораторные методы обследования / Instrumental and laboratory methods of examination

При проведении магнитно-резонансной томографии с контрастированием на аппарате Magnetom Essenza

(Siemens, Германия) с напряжением магнитного поля 1,5 Тл без использования эпилептолога очаговой патологии не выявлено.

Выполнено суточное электроэнцефалографическое (ЭЭГ) мониторирование на аппарате «Энцефалан-видео» (Медиком-МТД, Россия), на котором выявлены признаки фокуса эпилептиформной активности в глубине правой лобной области с периодическим распространением бифронтально.

Данные лабораторных методов обследования в пределах нормы.

После обследования пациентка консультирована нейрохирургом, установлен диагноз: «Фармакорезистентная эпилепсия с частыми первично-генерализованными тонико-клоническими приступами».

### Стимуляция блуждающего нерва / Vagus nerve stimulation

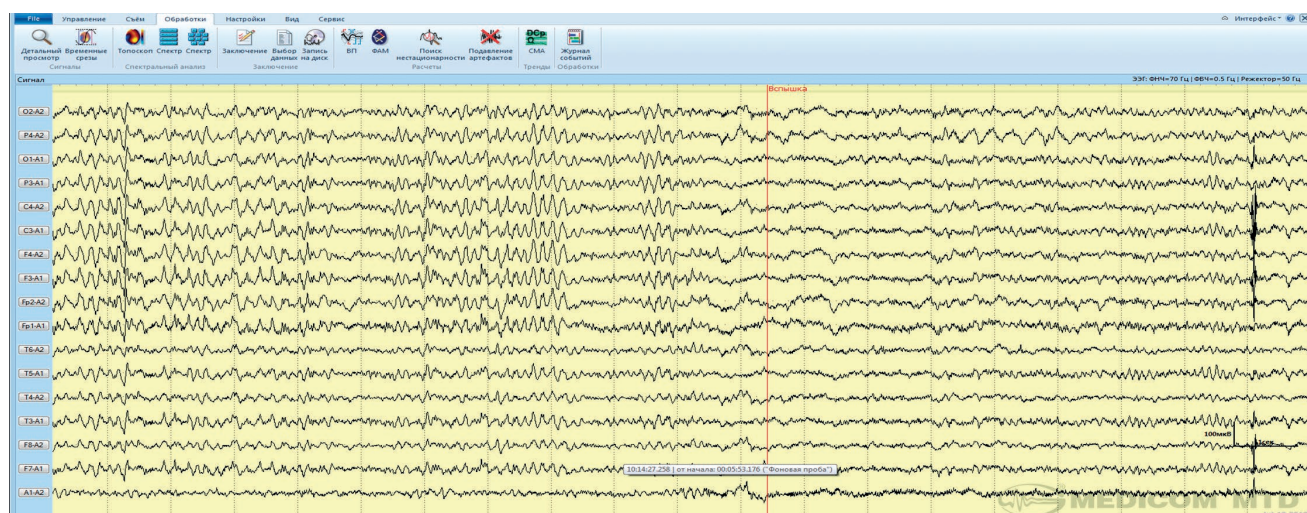
14 июня 2022 г. пациентке было выполнено оперативное вмешательство: установка стимулятора блуждающего нерва (Cyberonics, США).

Активация системы VNS осуществлена на 14-й день (сила тока 0,25 мА, длина волны 500 мкс, частота 20–30 Гц, время включения 30 с, время выключения 5 мин). Пациентка выписана под наблюдение эпилептолога поликлиники по месту жительства.

Через каждые 3 нед проводилось перепрограммирование системы VNS, добавлялась сила тока на 0,25 мА. На 1,25 мА у больной возникла выраженная боль и осиплость голоса во время включения аппарата. Была изменена длина волны до 250 мкс. После корректировки показателей тока осиплость голоса купировалась.

### Контрольная ЭЭГ / Control EEG

17 января 2023 г. выполнена контрольная рутинная ЭЭГ на аппарате «Энцефалан-131-03» (Медиком-МТД, Россия) (рис. 1). Наблюдается значительно дезорганизованная альфа-активность в виде групп волн высокой амплитуды, среднего индекса, нерегулярная, нелокализованная. Модуляции по амплитуде отсутствуют. Бета-активность в виде ритма высокого индекса, высокой амплитуды, низкой частоты, наиболее выраженная в лобной области (F4Fp2, F3Fp1). Доминирует тета-активность в виде групп волн частотой 0,7 Гц, средней амплитуды, с областью выраженности в лобной области (F4Fp2, F3Fp1). Поддиапазоны: альфа-активность с амплитудой до 68 мкВ, индексом до 48% и разбросом частот 8,0–9,7 Гц; имеется незначительная амплитудная (больше слева на 23%) асимметрия. Бета-1-активность с амплитудой до 47 мкВ, индексом до 44% и разбросом частот 13,0–17,9 Гц. Бета-2-активность с амплитудой до 27 мкВ, индексом до 29%. Тета-активность с амплитудой до 52 мкВ, индексом до 49% и разбросом частот 5,9–8,0 Гц. Заключение: регистрируется эпилептиформная активность (на рисунке 1 до вертикальной линии), при включении стимулятора блуждающего нерва – стабилизация ЭЭГ-ритма без регистрации эпилептиформности.



**Рисунок 1.** Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) пациентки В. во время включения системы стимуляции блуждающего нерва (отмечено вертикальной линией). Регистрируется эпилептиформная активность (до вертикальной линии), при включении стимулятора блуждающего нерва – стабилизация ЭЭГ-ритма без регистрации эпиактивности

**Figure 1.** Patient V. Electroencephalogram (EEG) during activation of the vagus nerve stimulation system (denoted by vertical line). Epileptiform activity is recorded (up to the vertical line); EEG rhythm lacking epiactivity is stabilized upon the vagus nerve stimulator is turned on

## Послеоперационный период / Postoperative period

В послеоперационном периоде после активации системы VNS у пациентки 1–2 раза в месяц возникали абсансы. После поднятия силы тока выше 1,00 мА (29 сентября 2022 г.) приступы прекратились. В течение последующих 4 мес наблюдения эпилептических приступов не было. При этом больная продолжает принимать ламотриджин (100 мг по 1 таблетке 2 раза в сутки), карбамазепин в пролонгированной форме (200 мг по 1 таблетке 3 раза в сутки), бензобарбитал (100 мг по 1 таблетке 2 раза в сутки). За исключением осиплости голоса, купированной изменением длины волны, иных нежелательных явлений не отмечалось.

## ОБСУЖДЕНИЕ / DISCUSSION

Несмотря на то что метод VNS используется уже более 30 лет, механизм его действия изучен недостаточно хорошо. Существует несколько теорий, которые пытаются его объяснить [3, 23]:

- нейромедиация (действие связано с изменением уровня разных медиаторов в определенных отделах мозга);
- изменение кровотока головного мозга;
- влияние на биоэлектрическую активность головного мозга.

H. Möbius и H.J. Welkoborsky [24] считают, что установка системы VNS является эффективным методом терапии при рефрактерной к лечению эпилепсии для пациентов, которым противопоказано хирургическое вмешательство, что также подтверждают в своем мета-анализе S. Batson et al. [25].

D.H. Toffa et al. приходят к выводу, что эффект от VNS пациенты видят примерно к 6-му месяцу после установки стимулятора. Частота приступов снижается на 50–100% примерно у 45–65% больных. Также авторы отмечают,

что этиология, тип эпилепсии, возраст больного, время проведения VNS влияют на эффективность терапии [10].

В исследовании J.W. Wheless et al. показана эффективность VNS в лечении многих типов приступов и эпилептических синдромов с предсказуемым и доброкачественным профилем побочных эффектов [13].

В работах P. Ryvlin и L.E. Jehi [26] и L. Pérez-Carbonell et al. [21] также приведены данные о снижении частоты приступов более чем на 50% в течение 1-го года. Однако L. Touma et al. утверждают, что среднее снижение частоты приступов составляет 34,7%, отмечая при этом, что качество жизни у пациентов улучшилось по всем параметрам [27].

C. Boluk et al. включили в свое исследование 41 пациента и обнаружили, что через 1 год после установки системы VNS частота приступов в группе больных фокальной эпилепсией уменьшилась в 5 раз, в группе пациентов с генерализованной эпилепсией – в 3 раза, в группе больных комбинированной эпилепсией – в 2 раза, а количество принимаемых ПЭП уменьшилось с 3,6 до 3,1 дозы в сутки [28].

Представленный клинический случай указывает на высокую эффективность метода VNS в лечении пациентки с фармакорезистентной формой эпилепсии. Регресс приступов наступил спустя 11 нед после операции. Из осложнений отмечалась только осиплость голоса на время активации стимулятора, которая купирована персонифицированной настройкой аппарата. Учитывая регресс приступов, в перспективе возможно снижение дозирования принимаемых ПЭП и уменьшение их количества.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Таким образом, основываясь на данных клинического наблюдения, можно утверждать, что установка системы VNS взрослым пациентам с фармакорезистентной

формой эпилепсии без выявленных морфологических очаговых изменений головного мозга является эффективным и безопасным методом лечения. Однако влияние

VNS на эпилептические приступы в отдаленном периоде требует дальнейшего наблюдения и анализа в большей выборке пациентов.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Tuychibayeva N.M., Shokhimardonov Sh.Sh. A review of vagus nerve stimulation as a therapeutic intervention in epilepsy. *Orient J Med Pharmacol.* 2022; 2 (2): 85–95. <https://doi.org/10.37547/supsci-ojmp-02-02-10>.
2. Арешкина И.Г., Дмитренко Д.В., Шнайдер Н.А., Народова Е.А. Эффективность и безопасность стимуляции блуждающего нерва у пациентов, страдающих фармакорезистентной эпилепсией. *Эпилепсия и пароксизмальные состояния.* 2019; 11 (1): 27–36. <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2019.11.1.27-36>.
3. Пылаева О.А., Чадаев В.А., Бобылова М.Ю., Мухин К.Ю. Эффективность стимуляции блуждающего нерва при эпилепсии (обзор литературы и описание клинического случая). *Русский журнал детской неврологии.* 2019; 14 (2): 7–17. <https://doi.org/10.17650/2073-8803-2019-14-2-7-17>.
4. Карлов В.А., Гехт А.Б., Гузева В.И. и др. Алгоритмы моно- и поли-терапии в клинической эпилептологии. Часть 1. Общие принципы выбора фармакотерапии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2016; 116 (6): 109–14. <https://doi.org/10.17116/jnevro201611661109-114>.
5. Kahlenberg C.A., Fadul C.E., Roberts D.W., et al. Seizure prognosis of patients with lowgrade tumors. *Seizure.* 2012; 21 (7): 540–5. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2012.05.014>.
6. Мухин К.Ю., Миронов М.Б., Петрухин А.С. Эпилептические синдромы. Диагностика и терапия. М.: Системные решения; 2014: 376 с.
7. Карлов В.А. Эпилепсия у детей и взрослых женщин и мужчин. 2-е изд. М.: Бином; 2019: 837–58.
8. Klinkenberg S., van den Bosch C.N., Majoie H.J., et al. Behavioural and cognitive effects during vagus nerve stimulation in children with intractable epilepsy – a randomized controlled trial. *Eur J Paediatr Neurol.* 2013; 17 (1): 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.07.003>.
9. Народова Е.А., Народов А.А., Шнайдер Н.А. и др. Современные подходы к нейрохирургическому лечению фармакорезистентной фокальной эпилепсии у взрослых. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2018; 10 (1S): 81–8. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2018-1S-81-88>.
10. Toffa D.H., Touma L., El Mesquine T., et al. Learnings from 30 years of reported efficacy and safety of vagus nerve stimulation (VNS) for epilepsy treatment: a critical review. *Seizure.* 2020; 83: 104–23. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2020.09.027>.
11. Couch J.D., Gilman A.M., Doyle W.K. Long-term expectations of vagus nerve stimulation: a look at battery replacement and revision surgery. *Neurosurgery.* 2016; 78 (1): 42–6. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000985>.
12. Wang H.J., Tan G., Zhu L.N., et al. Predictors of seizure reduction outcome after vagus nerve stimulation in drug-resistant epilepsy. *Seizure.* 2019; 66: 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2019.02.010>.
13. Wheless J.W., Gienapp A.J., Ryvlin P. Vagus nerve stimulation (VNS) therapy update. *Epilepsy Behav.* 2018; 88S: 2–10. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2018.06.032>.
14. Boon P., Vonck K., van Rijckevorsel K., et al. A prospective, multicenter study of cardiac-based seizure detection to activate vagus nerve stimulation. *Seizure.* 2015; 32: 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2015.08.011>.
15. Englot D.J. A modern epilepsy surgery treatment algorithm: Incorporating traditional and emerging technologies. *Epilepsy Behav.* 2018; 80: 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2017.12.041>.
16. Ji T., Yang Z., Liu Q., et al. Vagus nerve stimulation for pediatric patients with intractable epilepsy between 3 and 6 years of age: study protocol for a double-blind, randomized control trial. *Trials.* 2019; 20 (1): 44. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-3087-4>.
17. Липатова Л.В., Скоромец Т.А., Громов С.А. и др. Опыт использования стимуляции блуждающего нерва в лечении фармакорезистентной эпилепсии. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2014; 6 (1S): 18–21. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2014-1S-18-21>.
18. Котов А.С., Фирсов К.В., Санду Е.А. Фармакорезистентная эпилепсия. Клиническая лекция. *Русский медицинский журнал.* 2021; 6: 33–9.
19. Ohemeng K.K., Parham K. Vagal nerve stimulation: indications, implantation, and outcomes. *Otolaryngol Clin North Am.* 2020; 53 (1): 127–43. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2019.09.008>.
20. NICE. Implanted vagus nerve stimulation for treatment-resistant depression. Interventional procedures guidance. UTL: <https://www.nice.org.uk/guidance/ipg679> (дата обращения 25.05.2023).
21. Pérez-Carbonell L., Faulkner H., Higgins S., et al. Vagus nerve stimulation for drug-resistant epilepsy. *Pract Neurol.* 2020; 20 (3): 189–98. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2019-002210>.
22. Сойко, Риштаков, Григорьева, Хоробрых. Эффективность стимуляции блуждающего нерва в качестве метода лечения различных форм фармакорезистентной эпилепсии. *Таврический журнал психиатрии.* 2018; 23 (2): 99–101.
23. Ekmekci H., Kaptan H. Vagal nerve stimulation has robust effects on neuropsychiatric assessment in resistant epilepsy: a clinical series with clinical experiences. *Turk Neurosurg.* 2019; 29 (2): 213–21. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.23065-18.4>.
24. Möbius H., Weikoborsky H.J. Vagus nerve stimulation for conservative therapy-refractory epilepsy and depression. *Laryngorhinootologie.* 2022; 101 (S 01): S114–43. <https://doi.org/10.1055/a-1660-5591>.
25. Batson S., Shankar R., Conry J., et al. Efficacy and safety of VNS therapy or continued medication management for treatment of adults with drug-resistant epilepsy: systematic review and meta-analysis. *J Neurol.* 2022; 269 (6): 2874–91. <https://doi.org/10.1007/s00415-022-10967-6>.
26. Ryvlin P., Jehi L.E. Neuromodulation for refractory epilepsy. *Epilepsy Curr.* 2021; 22 (1): 11–7. <https://doi.org/10.1177/15357597211065587>.
27. Touma L., Dansereau B., Chan A.Y., et al. Neurostimulation in people with drug-resistant epilepsy: systematic review and meta-analysis from the ILAE Surgical Therapies Commission. *Epilepsia.* 2022; 63 (6): 1314–29. <https://doi.org/10.1111/epi.17243>.
28. Boluk C., Ozkara C., Isler C., Uzan M. Vagus nerve stimulation in intractable epilepsy. *Turk Neurosurg.* 2022; 32 (1): 97–102. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.33775-21.2>.

## REFERENCES:

1. Tuychibayeva N.M., Shokhimardonov Sh.Sh. A review of vagus nerve stimulation as a therapeutic intervention in epilepsy. *Orient J Med Pharmacol.* 2022; 2 (2): 85–95. <https://doi.org/10.37547/supsci-ojmp-02-02-10>.
2. Areshkina I.G., Dmitrenko D.V., Shnayder N.A., Narodova E.A. Efficacy and safety of vagal nerve stimulation in patients with pharmacoresistant epilepsy. *Epilepsia i paroksizmal'nye sostoania / Epilepsy and Paroxysmal Conditions.* 2019; 11 (1): 27–36 (in Russ.). <https://doi.org/10.17749/2077-8333.2019.11.1.27-36>.
3. Pylaeva O.A., Chadaev V.A., Bobylova M.Yu., Mukhin K.Yu. Efficiency of vagus nerve stimulation in epilepsy (literature review and case report). *Russkiy zhurnal detskoy neurologii / Russian Journal of Child Neurology.* 2019; 14 (2): 7–17 (in Russ.). <https://doi.org/10.17650/2073-8803-2019-14-2-7-17>.
4. Karlov V.A., Gekht A.B., Guzeva V.I., et al. Algorithms of mono- and polytherapy in clinical epileptology. Part 1. General principles of drug choice. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2016; 116 (6): 109–14 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro201611661109-114>.
5. Kahlenberg C.A., Fadul C.E., Roberts D.W., et al. Seizure prognosis of patients with lowgrade tumors. *Seizure.* 2012; 21 (7): 540–5. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2012.05.014>.

6. Mukhin K.Yu., Mironov M.B., Petrukhin A.S. Epileptic syndromes. Diagnosis and therapy. Moscow: Systemnye resheniya; 2014: 376 pp. (in Russ.).
7. Karlov V.A. Epilepsy in children and adult women and men. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: Binom; 2019: 837–58 (in Russ.).
8. Klinkenberg S., van den Bosch C.N., Majoie H.J., et al. Behavioural and cognitive effects during vagus nerve stimulation in children with intractable epilepsy – a randomized controlled trial. *Eur J Paediatr Neurol.* 2013; 17 (1): 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.07.003>.
9. Narodova E.A., Narodov A.A., Schnayder N.A., et al. Current approaches to neurosurgical treatment for drug-resistant focal epilepsy in adults. *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika / Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics.* 2018; 10 (1S): 81–8 (in Russ.). <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2018-1S-81-88>.
10. Toffa D.H., Touma L., El Mesquine T., et al. Learnings from 30 years of reported efficacy and safety of vagus nerve stimulation (VNS) for epilepsy treatment: a critical review. *Seizure.* 2020; 83: 104–23. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2020.09.027>.
11. Couch J.D., Gilman A.M., Doyle W.K. Long-term expectations of vagus nerve stimulation: a look at battery replacement and revision surgery. *Neurosurgery.* 2016; 78 (1): 42–6. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000985>.
12. Wang H.J., Tan G., Zhu L.N., et al. Predictors of seizure reduction outcome after vagus nerve stimulation in drug-resistant epilepsy. *Seizure.* 2019; 66: 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2019.02.010>.
13. Wheless J.W., Gienapp A.J., Ryvlin P. Vagus nerve stimulation (VNS) therapy update. *Epilepsy Behav.* 2018; 88S: 2–10. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2018.06.032>.
14. Boon P., Vonck K., van Rijeckvorse K., et al. A prospective, multicenter study of cardiac-based seizure detection to activate vagus nerve stimulation. *Seizure.* 2015; 32: 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2015.08.011>.
15. Englot D.J. A modern epilepsy surgery treatment algorithm: Incorporating traditional and emerging technologies. *Epilepsy Behav.* 2018; 80: 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2017.12.041>.
16. Ji T., Yang Z., Liu Q., et al. Vagus nerve stimulation for pediatric patients with intractable epilepsy between 3 and 6 years of age: study protocol for a double-blind, randomized control trial. *Trials.* 2019; 20 (1): 44. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-3087-4>.
17. Lipatova L.V., Skoromets T.A., Gromov S.A., et al. Experience of using vagus nerve stimulation to treat drug resistant epilepsy. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics.* 2014; 6 (1S): 18–21 (in Russ.). <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2014-1S-18-21>.
18. Kotov A.S., Firsov K.V., Sandu E.A. Pharmacoresistant epilepsy. Clinical lecture. *Russian Medical Journal.* 2021; 6: 33–9 (in Russ.).
19. Ohemeng K.K., Parham K. Vagal nerve stimulation: indications, implantation, and outcomes. *Otolaryngol Clin North Am.* 2020; 53 (1): 127–43. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2019.09.008>.
20. NICE. Implanted vagus nerve stimulation for treatment-resistant depression. Interventional procedures guidance. Available at: <https://www.nice.org.uk/guidance/ipg679> (accessed 25.05.2023).
21. Pérez-Carbonell L., Faulkner H., Higgins S., et al. Vagus nerve stimulation for drug-resistant epilepsy. *Pract Neurol.* 2020; 20 (3): 189–98. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2019-002210>.
22. Soyko, Rishitakov, Grigoryeva, Khorobrykh. The effectiveness of vagus nerve stimulation as a method of treatment of various forms of pharmacoresistant epilepsy. *Tavricheskiy zhurnal psikiatrii / Tauride Journal of Psychiatry.* 2018; 23 (2): 99–101 (in Russ.).
23. Ekmekci H., Kaptan H. Vagal nerve stimulation has robust effects on neuropsychiatric assessment in resistant epilepsy: a clinical series with clinical experiences. *Turk Neurosurg.* 2019; 29 (2): 213–21. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.23065-18.4>.
24. Möbius H., Welkoborsky H.J. Vagus nerve stimulation for conservative therapy-refractory epilepsy and depression. *Laryngorhinootologie.* 2022; 101 (S 01): S114–43. <https://doi.org/10.1055/a-1660-5591>.
25. Batson S., Shankar R., Conry J., et al. Efficacy and safety of VNS therapy or continued medication management for treatment of adults with drug-resistant epilepsy: systematic review and meta-analysis. *J Neurol.* 2022; 269 (6): 2874–91. <https://doi.org/10.1007/s00415-022-10967-6>.
26. Ryvlin P., Jehi L.E. Neuromodulation for refractory epilepsy. *Epilepsy Curr.* 2021; 22 (1): 11–7. <https://doi.org/10.1177/15357597211065587>.
27. Touma L., Dansereau B., Chan A.Y., et al. Neurostimulation in people with drug-resistant epilepsy: systematic review and meta-analysis from the ILAE Surgical Therapies Commission. *Epilepsia.* 2022; 63 (6): 1314–29. <https://doi.org/10.1111/epi.17243>.
28. Boluk C., Ozkara C., Isler C., Uzan M. Vagus nerve stimulation in intractable epilepsy. *Turk Neurosurg.* 2022; 32 (1): 97–102. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.33775-21.2>.

## Сведения об авторах

**Шатохин Антон Андреевич** – врач-нейрохирург отделения нейрохирургии ГБУЗ Ставропольского края «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Ставрополя (Ставрополь, Россия). РИНЦ SPIN-код: 8045-5393. E-mail: dr.shatokhin@gmail.com.

**Карпов Сергей Михайлович** – д.м.н., заведующий кафедрой неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России (Ставрополь, Россия). РИНЦ SPIN-код: 3890-9809.

**Кушнарева Екатерина Викторовна** – врач-невролог отделения неврологии ГБУЗ Ставропольского края «Ставропольская краевая клиническая больница» (Ставрополь, Россия).

**Пешкова Ирина Александровна** – врач-невролог районной поликлиники ГБУЗ Ставропольского края «Ипатовская районная больница» (Ипатово, Россия).

**Шатохин Андрей Владимирович** – к.м.н., врач-нейрохирург, заведующий отделением нейрохирургии ГБУЗ Ставропольского края «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Ставрополя (Ставрополь, Россия).

**Вышлова Ирина Андреевна** – д.м.н., доцент кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России (Ставрополь, Россия). РИНЦ SPIN-код: 6908-7872.

## About the authors

**Anton A. Shatokhin** – Neurosurgeon, Neurosurgery Department, City Clinical Hospital of Emergency Medical Care (Stavropol, Russia). RSCI SPIN-code: 8045-5393. E-mail: dr.shatokhin@gmail.com.

**Sergey M. Karpov** – Dr. Med. Sc., Chief of Chair of Neurology, Neurosurgery and Medical Genetics, Stavropol State Medical University (Stavropol, Russia). RSCI SPIN-code: 3890-9809.

**Ekaterina V. Kushnareva** – Neurologist, Neurological Department, Stavropol District Clinical Hospital (Stavropol, Russia).

**Irina A. Peshkova** – Neurologist, District Polyclinic, Ipatovo Regional Hospital (Ipatovo, Russia).

**Andrey V. Shatokhin** – MD, PhD, Neurosurgeon, Head of Neurosurgery Department, City Clinical Hospital of Emergency Medical Care (Stavropol, Russia).

**Irina A. Vyshlova** – Dr. Med. Sc., Associate Professor, Chair of Neurology, Neurosurgery and Medical Genetics, Stavropol State Medical University (Stavropol, Russia). RSCI SPIN-code: 6908-7872.