

# Функциональная нейрохирургия при болезни Паркинсона в России

А.А. Томский<sup>1</sup>, Е.В. Бриль<sup>2,3</sup>, А.А. Гамалея<sup>3</sup>, Н.В. Федорова<sup>2</sup>, О.С. Левин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко», Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования», Москва, Россия;

<sup>3</sup>ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации —

Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», Москва, Россия

*В статье представлен обзор наиболее актуальных вопросов, связанных с использованием технологий функциональной нейрохирургии в лечении пациентов с болезнью Паркинсона: исторические аспекты развития метода в мире и в нашей стране, обзор международных рекомендаций, долгосрочные эффекты нейростимуляции, вопросы рационального отбора пациентов на операцию. Приведены уточненные данные общего количества выполняемых имплантаций электродов для глубокой стимуляции мозга (deep brain stimulation) в России, а также проанализированы потребности в нейростимуляции в сравнении с международными данными.*

**Ключевые слова:** deep brain stimulation, нейростимуляция, имплантация электродов в головной мозг, болезнь Паркинсона.

**Адрес для корреспонденции:** 123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23. ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна.  
E-mail: e.brill@inbox.ru. Бриль Е.В.

**Для цитирования:** Томский А.А., Бриль Е.В., Гамалея А.А., Федорова Н.В., Левин О.С. Функциональная нейрохирургия при болезни Паркинсона в России. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2019; 13(4): 10–15.

DOI: 10.25692/ACEN.2019.4.2

## Functional neurosurgery in Parkinson's disease in Russia

Aleksey A. Tomskiy<sup>1</sup>, Ekaterina V. Bril<sup>2,3</sup>, Anna A. Gamaleya<sup>3</sup>, Natalya V. Fedorova<sup>2</sup>, Oleg S. Levin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

*The article presents an overview of the most topical matters relating to functional neurosurgery in Parkinson's disease: the historical aspects, an overview of the international recommendations, long-term effects of neurostimulation, and the selection criteria for the surgical intervention. Summary data are provided for deep brain stimulation surgery in Russia, as well as an analysis of the need for neurostimulation compared with the international data.*

**Keywords:** deep brain stimulation, neurostimulation, electrode implantation into the brain, Parkinson's disease.

**For correspondence:** 123098, Russia, Moscow, Marshala Novikova str., 23. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center.  
E-mail: e.brill@inbox.ru. Bril' E.V.

**For citation:** Tomskiy A.A., Bril' E.V., Gamaleya A.A., Fedorova N.V., Levin O.S. [Functional neurosurgery in Parkinson's disease in Russia]. *Annals of clinical and experimental neurology* 2019; 13(4): 10–15. (In Russ.)

DOI: 10.25692/ACEN.2019.4.2

Подготовка ко II конгрессу по функциональной и стереотаксической нейрохирургии (Москва, 28–29 марта 2019 г.) и последующий анализ полученной информации поставили ряд вопросов перед специалистами, которые занимаются ведением пациентов с имплантированными стимуляторами. Сколько же центров глубокой стимуляции мозга (Deep Brain Stimulation – DBS) в настоящее время в России? Сколько операций проводится в год? Сколько всего прооперировано пациентов, начиная с 2001 г.? По каким показаниям? Какова реальная потре-

ность в DBS? На эти вопросы мы попытались ответить в данной статье, проанализировав ряд доступных исследований в международной литературе.

### Исторические аспекты применения нейростимуляции

DBS применяется для лечения болезни Паркинсона (БП) уже более 30 лет. Первые положительные результаты стимуляции вентрального промежуточного ядра таламуса для лечения тремора начинаются с сообщения А. Бенабиды и его группы (Гренобль, Франция) в 1987 г.,

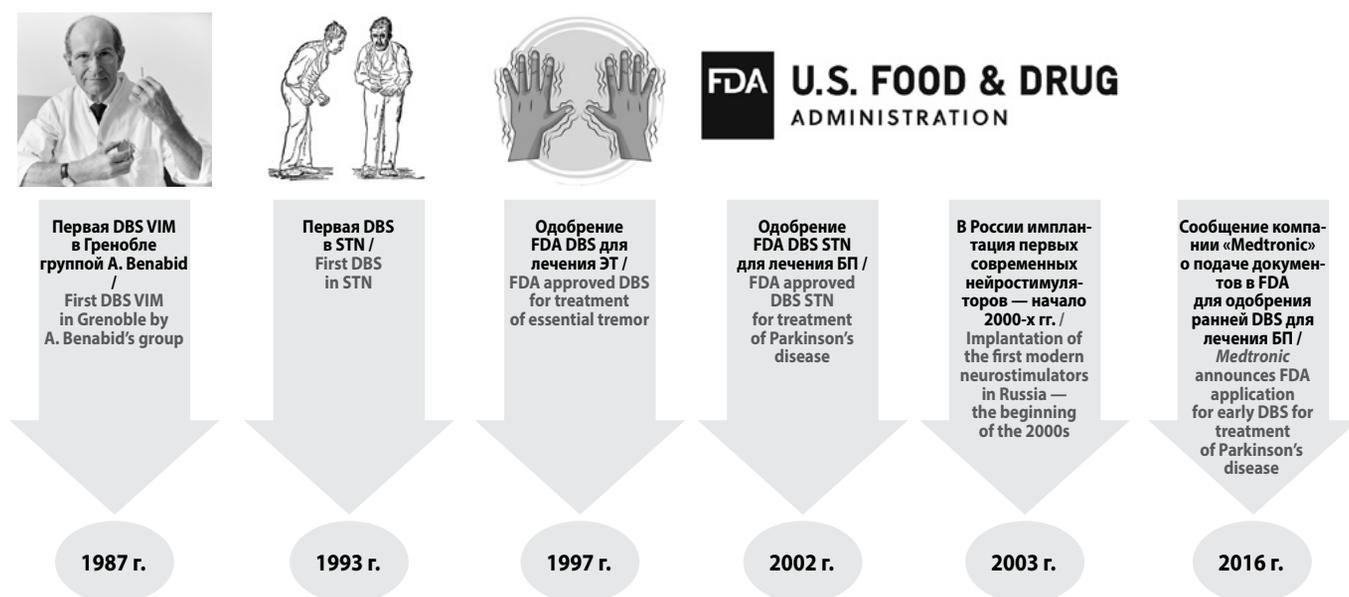


Рис. 1. Исторические аспекты DBS

Fig. 1. Historical aspects of DBS

а затем в 1993 г. положительные результаты той же группы были получены в результате стимуляции субталамического ядра для лечения БП, после чего в 2000-х гг. метод DBS был одобрен FDA для лечения эссенциального тремора (ЭТ), БП и дистонии (рис. 1) [1–4].

Начало хирургической нейромодуляции в России было положено профессором В.А. Шабаловым, который совместно с В.А. Гуторко в 1995 г. в НИИ нейрохирургии им Н.Н. Бурденко разработал и впервые имплантировал первый отечественный нейростимулятор «Нейроэлект». Нейростимулятор имел ограниченные возможности программирования и был способен проводить только одностороннюю прерывистую стимуляцию от наружного источника питания, но он был первым шагом в эпоху современной нейромодуляции.

Несомненно, говоря о хирургическом лечении БП, нельзя не вспомнить пионеров отечественной функциональной и стереотаксической нейрохирургии профессоров Э.И. Канделя и Н.П. Бехтереву, которые внесли неоценимый вклад в развитие этого направления и в формирование школ стереотаксических нейрохирургов Советского Союза.

В 2001 г. в России были зарегистрированы нейростимуляторы компании «Medtronic» (США), которые позволили использовать постоянную двустороннюю электростимуляцию. В те годы неизгладимое впечатление на неврологов производили первые положительные результаты DBS при БП, ЭТ и дистонии, которые профессор В.А. Шабалов демонстрировал на неврологических конференциях. Тогда действительно стало понятно, что DBS произвела революцию в лечении этих заболеваний.

В последующие годы в России были зарегистрированы системы для стимуляции головного мозга «St. Jude Medical» (США, 2012), «Boston Scientific» (США, 2015), а также их модификации, в том числе с возможностью использования направленной DBS. Таким образом, эра современной DBS в России началась в 2001 г.

Последующие рандомизированные клинические исследования показали эффективность DBS при БП, ЭТ и дистонии и позволили включить метод в международные рекомендации [5–8].

Тем не менее ряд вопросов до сих пор остается без ответов. Так, продолжают споры о предпочтительной мишени стимуляции (STN или GPI) при БП. В 2018 г. Конгресс неврологических хирургов опубликовал систематический обзор доказательной базы и сравнения этих двух мишеней [10]. Показано, что DBS STN и GPI одинаково эффективны по влиянию на моторные симптомы БП (UPDRS III) и качество жизни (уровень рекомендаций I). DBS STN более эффективна, чем DBS GPI, если целью лечения является снижение дозы препаратов, принимаемых пациентом (уровень рекомендаций I). В отношении дискинезий недостаточно данных, чтобы выбрать конкретную мишень. Однако если сокращение приема лекарств не предполагается и основная цель — уменьшение дискинезий, то DBS GPI является более предпочтительной (уровень рекомендаций I), также DBS GPI предпочтительна в случаях беспокойства по поводу снижения когнитивных функций в послеоперационном периоде (уровень рекомендаций I). По влиянию двух мишеней и рискам побочных эффектов не было выявлено достаточно доказательств для того, чтобы выбрать конкретную мишень [10].

Несмотря на то, что DBS при БП имеет такую долгую историю, исследования долгосрочного эффекта DBS только начинают появляться. В 2019 г. вышел обзор долгосрочных эффектов DBS, где были проанализированы результаты 15 накопленных исследований с катамнезом 5, 8, 11 и более лет [11]. Анализ включал 551 пациента из 923 прооперированных больных с БП, из которых 99 умерло в результате причин, не связанных с DBS. Остальные были потеряны в результате либо тяжелой инвалидизации и невозможности визитов в специализированные центры или смены места жительства и центров, где наблюдались, что нередко случается и в нашей практике. К сожалению, в настоящее время известны всего два долгосрочных исследования DBS GPI

с противоречивыми результатами [12, 13]. Ясно, что необходимы дальнейшие исследования отдаленных результатов стимуляции этой мишени.

В обзоре [11] был сделан вывод о том, что глубокая стимуляция мозга STN обеспечивает долговременное улучшение двигательной функции у пациентов с БП, ригидность и тремор уменьшаются на протяжении 5 лет и более и не достигают дооперационного уровня, однако DBS STN не предотвращает дальнейшее прогрессирование нейродегенеративного процесса, показатели качества жизни к 5-летнему сроку обычно падают до предоперационного уровня, что обусловлено появлением ДОФА-резистентных или устойчивых к стимуляции как моторных, так и немоторных симптомов БП, в частности, прогрессирование брадикинезии, нарушений ходьбы, равновесия и речи.

В 2013 г. были опубликованы результаты исследования EARLYSTIM, которые кардинально изменили подход к отбору пациентов с БП на DBS STN [14]. Было показано, что DBS STN эффективнее медикаментозной терапии при ранних моторных флуктуациях (средняя длительность флуктуаций — 1,7 года). В исследование был включен 251 пациент с ранними умеренными моторными осложнениями (не более 3 лет), средним возрастом 52 года и средней длительностью заболевания 7,5 лет (4 года и более). Затем вышли работы, где DBS применялась в еще более ранние сроки [15, 16].

Ряд спорных вопросов данного исследования неоднократно обсуждался как на международных конгрессах, так и на страницах международных журналов [17–20]. Ожидаемая польза от операции взвешивалась с потенциальными рисками. Риски включения пациентов с атипичным паркинсонизмом, риски хирургических осложнений, увеличение количества лет, прожитых со стимулятором, пожизненная помощь мультидисциплинарной бригады — основные вопросы, которые вызвали споры. Стало понятно, что оценка этих факторов должна быть не только на уровне группы, но также индивидуально (рис. 2).



Рис. 2. Риск и польза ранней DBS при БП  
Fig. 2. Risk and benefits of early DBS in Parkinson's disease

В исследовании EARLYSTIM процент включения пациентов с атипичным паркинсонизмом был невысок и составил всего 0,8%. Однако известно, что 10–20% пациентов с мультисистемной атрофией могут иметь ассиметричное начало, дискинезии и моторные флуктуации, а 13% пациентов — длительный положительный ответ на леводопу [21, 22].

Таким образом, при интеграции такого раннего подхода DBS в рутинную практику необходимо учитывать, что количество прооперированных ошибочно пациентов с атипичным паркинсонизмом может возрасти.

Также необходимо учитывать, что исследование проводилось в высокоэкспертных центрах, где имеется большой опыт хирургических вмешательств. Давно известно, что количество осложнений зависит от опыта центра, выполняющего DBS. Что будет, если начать выполнять такие операции всем пациентам, имеющим относительные показания к операции? Не возрастет ли количество осложнений? В этом случае польза уже не будет перевешивать риски от операций.

### Потребность в DBS в России

За последние 18 лет в России были открыты новые центры, где стало возможным применение DBS (данные 2017 г.):

- ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» (Москва);
- ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр Минздрава России» (Москва);
- ФГБНУ «Научный центр неврологии» (Москва);
- ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» (Тюмень);
- ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» (Новосибирск);
- ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, филиал РНХИ им А.Л. Поленова (Санкт-Петербург);
- ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» (Новосибирск);
- ФГБНУ «Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой» (Санкт-Петербург);
- Медицинский центр ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (Владивосток);
- ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр» (Казань).

С 2001 г. количество имплантированных стимуляторов в России прогрессивно увеличивается: в 2003 г. оно составило не более 20, а к 2017 г. — около 1000 устройств в год во всех центрах страны. При этом первичных систем для стимуляции головного мозга при двигательных расстройствах в 2017 г. имплантировано всего 172. Много это или мало для 150 млн населения России? Ответ очевиден.

В настоящее время в России проводится около 1000 операций, связанных с имплантацией устройств для нейромодуляции. По итогам 2017 г. был проведен анализ распределения различных видов операций по клиникам России. Были изучены результаты заполнения единого опросника хирургами, ответственными за функциональную нейрохирургию, в федеральных и региональных лечебных учреждениях. В 2017 г. 97,5% операций были профинансированы из государственного бюджета (96,2% — в рамках высокотехнологической медицинской помощи, 1,3% — в рамках клинической апробации новых методов лечения), 2,5% операций имели негосударственное финансирование.

В общей структуре проведенных операций доля DBS (при БП, дистонии и других гиперкинезах) составила лишь 17,2%; 15,5% имплантаций пришлось на замены генераторов импульсов ранее оперированным пациентам. Таким образом, в 2017 г. в клиниках России было проведено всего 146 первичных операций по имплантации систем для DBS пациентам с БП.

Мы проанализировали потребность пациентов в DBS, сравнивая ее с опубликованными данными из США, Великобритании и других стран [23–29]. Например, в Южной Корее при численности населения старше 65 лет 5,45 млн человек (общее число жителей примерно 51 млн человек) ежегодно имплантируется около 150 систем в 20 центрах, что намного меньше, чем в других странах [23]. В Швейцарии (население около 9 млн человек) в 6 центрах проводится 80 имплантаций в год [24]. На долю 16 центров Австралии (население 23 млн человек) приходится 300–350 имплантаций в год (данные 2013 г.) [25], в США 200–250 центров и 2500–3000 имплантаций [26].

В большинстве работ подсчет ведется, исходя из численности населения. Так, в США при населении 327,6 млн человек количество имплантаций DBS составляет 13 тыс. в год (неопубликованные данные президента Всемирного общества нейромодуляции, проф. R. Levy), что больше, чем в России, в 60 раз. Также известно, что с 1998 по 2007 г. выполнено 23 994 имплантаций DBS [26]. В Англии при населении 55,2 млн человек количество имплантаций составляет 400 в год, что больше, чем в России, в 8 раз [29]. Тем временем в России при населении 146,7 млн человек количество имплантаций составляет около 172 (DBS при БП — 146), а при экстраполяции данных подсчетов по количеству населения должно проводиться около 1500 имплантаций в год только при БП.

С другой стороны, при анализе литературы, посвященной отбору пациентов на DBS, показано, что примерно 4,5–22% пациентов с БП нуждаются в проведении DBS [28, 29]. Примерное количество пациентов БП в России — 210 тыс. [30]. Таким образом, в России примерно 20 тыс. пациентов с БП являются потенциальными кандидатами на DBS.

Учитывая исследование G. Deli с соавт. [31], где показано, что применение DBS позволяет 80% пациентам сохранить трудоспособность, а из группы неработающих пациентов только 5% возвращаются к работе, в наших условиях недостатка ресурсов, возможно, статус трудоспособности будет являться дополнительным фактором в пользу принятия решения о ранней DBS.

Возвращаясь к вопросу накопления опыта центрами, надо сказать, что в литературе нет единого мнения относительно минимального или оптимального количества случаев, которые должны выполняться в год в отдельном учреждении, чтобы обеспечить качество процедуры и сократить время обучения хирурга. В одном из исследований кривая обучения DBS STN для БП длилась 2 года; такие осложнения, как смещение электрода, были менее частыми после этого периода [32]. Было высказано предположение, что для получения необходимой квалификации нейрохирургу требуется минимум 200 операций DBS, а нагрузка в 20 случаев в год считается минимальной, ниже которой падает качество операций [33]. В Швейцарии в 2011 г. было официально принято решение о проведении DBS только в 4 центрах страны [34].

Таким образом, проанализировав данные литературы и имеющиеся данные по DBS в России, понятно, что в нашей стране существует ряд проблем, связанных с нейрохирургическим лечением как БП, так и других двигательных расстройств. К ним относится недостаток квот, существенную долю которых «съедают» замены генераторов импульсов, отсутствие узаконенных центров поддержки пациентов, неравномерность распределения квот, в результате чего при малом распределении квот на клинику кривая обучения нейрохирурга затягивается в результате длительного приобретения опыта. Специализация центров на определенных направлениях приводит к перекосу в сторону тех операций, которые более развиты в этом центре, а не тех, которые показаны конкретному пациенту.

Центр функциональной нейрохирургии, занимающийся определенным направлением, должен проводить все виды хирургических вмешательств в своей области: анатомические, деструктивные и DBS. Центр должен быть мультидисциплинарным, и в нем должны вести прием как неврологи, специализирующиеся на определенном направлении, так и нейропсихологи, психиатры, реабилитологи.

Однако не до конца ясно: учитывая кривую обучения, необходимо увеличивать не только количество имплантаций, но и количество центров или, наоборот, интегрировать DBS только в несколько основных центров, расположенных по стране, тем самым повышая качество оказываемой помощи и уменьшая количество осложнений. Однако такие ограничения, как необходимость частых визитов для подбора программы стимуляции, учитывая размеры нашей страны и территориальную доступность, являются факторами скорее в пользу развития региональных центров поддержки.

Тем не менее, учитывая, что в настоящее время поддержка пациентов в послеоперационном периоде не финансируется ни фондом обязательного медицинского страхования, ни компанией, производящей нейростимуляторы, программирование и наблюдение в послеоперационном периоде ложится на плечи тех, кто оперировал, а корректировка параметров стимуляции занимает длительное время, особенно при появлении направленной стимуляции. Не ясно, каким образом заинтересовывать и развивать региональные центры поддержки и интегрировать эти изменения в рутинную практику.

## Заключение

Появление DBS изменило картину БП, по сути, возник новый фенотип. Сочетание прогрессирования заболевания с хронической стимуляцией привело к появлению пациентов с БП, у которых нет тремора и ригидности, но есть речевые нарушения, застывания и нарушения ходьбы, которые в последующем становятся самостоятельным инвалидизирующими симптомами.

Несомненно, назрела необходимость разработки клинических рекомендаций по отбору и ведению пациентов с двигательными расстройствами на фоне DBS. Это позволит стандартизировать подходы, исключить ситуации, при которых выбор метода основывается исключительно на личном опыте нейрохирурга, а также даст возможность узаконить и развить региональные центры поддержки пациентов.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare that there is no conflict of interest.*

## Список литературы

1. Benabid A.L., Pollak P., Hoffmann D. et al. Long-term suppression of tremor by chronic stimulation of the ventral intermediate thalamic nucleus. *Lancet* 1991; 337: 403–406. DOI: 10.1016/0140-6736(91)91175-t. PMID: 1671433.
2. Limousin P., Pollak P., Benazzouz A. et al. Effect on parkinsonian signs and symptoms of bilateral subthalamic nucleus stimulation. *Lancet* 1995; 345: 91–95. DOI: 10.1016/s0140-6736(95)90062-4. PMID: 7815888.
3. Limousin P., Krack P., Pollak P. et al. Electrical stimulation of the subthalamic nucleus in advanced Parkinson's disease. *N Engl J Med* 1998; 339: 1105–1111. DOI: 10.1056/NEJM199810153391603. PMID: 9770557.
4. Suarez-Cedeno G., Suessun J., Schiess M. Review. Earlier Intervention with Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease. *Hindawi Parkinson's Disease* 2017 DOI: 10.1155/2017/9358153. PMID: 28951797.
5. Fox S.H., Katzenschlager R., Lim S.Y. et al. International Parkinson and movement disorder society evidence-based medicine review: Update on treatments for the motor symptoms of Parkinson's disease. *Mov Disord* 2018; 33: 1248–1266. DOI: 10.1002/mds.27372. PMID: 29570866.
6. Ferreira J.J., Katzenschlager R., Bloem B.R. et al. Summary of the recommendations of the EFNS/MDS-ES review on therapeutic management of Parkinson's disease. *Eur J Neurol* 2013; 20: 5–15. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2012.03866.x. PMID: 23279439.
7. Zesiewicz T.A., Elble R.J., Louis E.D. et al. Evidence-based guideline update: treatment of essential tremor. *Neurology* 2011; 77: 1752–1755. DOI: 10.1212/WNL.0b013e318236f0fd. PMID: 22013182.
8. Albanese A., Asmus F., Berardelli A. et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of primary (idiopathic) dystonia Report by an EFNS MDS-ES Task Force. *Eur J Neurol* 2006; 13: 433–444. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2006.01537.x. PMID: 16722965.
9. Albanese A., Asmus F., Bhatia K.P. et al. EFNS guidelines on diagnosis and treatment of primary dystonias. *Eur J Neurol* 2011; 18: 5–18. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2010.03042.x. PMID: 20482602.
10. Rughani A., Schwab J.M., Sidiroopoulos C. et al. Congress of Neurological Surgeons systematic review and evidence-based guideline on subthalamic nucleus and globus pallidus internus deep brain stimulation for the treatment of patients with Parkinson's disease: executive summary. *Neurosurgery* 2018; 82: 753–756. DOI: 10.1093/neuros/nyy037. PMID: 29538685.
11. Limousin P., Foltynie T. Long-term outcomes of deep brain stimulation in Parkinson disease. *Nat Rev Neurol* 2019; 15: 234–242. DOI: 10.1038/s41582-019-0145-9. PMID: 30778210.
12. Moro E., Lozano A.M., Pollak P. et al. Long-term results of a multicenter study on subthalamic and pallidal stimulation in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2010; 25: 578–586. DOI: 10.1002/mds.22735. PMID: 20213817.
13. Volkmann J., Allert N., Voges J. et al. Long-term results of bilateral pallidal stimulation in Parkinson's disease. *Ann Neurol* 2004; 55: 871–875. DOI: 10.1002/ana.20091. PMID: 15174022.
14. Schuepbach W.M., Rau J., Knudsen K. et al. Neurostimulation for Parkinson's disease with early motor complications. *N Engl J Med* 2013; 368: 610–622. DOI: 10.1056/NEJMoa1205158. PMID: 23406026.
15. Charles D., Konrad P.E., Neimat J.S. et al. Subthalamic nucleus deep brain stimulation in early stage Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2014; 20: 731–737. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2014.03.019. PMID: 24768120.
16. Merola A., Romagnolo A., Bernardini A. et al. Earlier versus later subthalamic deep brain stimulation in Parkinson's Disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2015; 21: 972–975. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2015.06.001. PMID: 26060146.
17. Schüpbach W.M., Rau J., Houeto J.L. et al. Myths and facts about the EARLYSTIM study. *Mov Disord* 2014; 29: 1742–1750. DOI: 10.1002/mds.26080. PMID: 25399678.
18. Charles D., Konrad P.E., Davis T.L. et al. Deep brain stimulation in early stage Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2015; 21: 347–348. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2014.10.032. PMID: 25547949.
19. Hariz M. Early surgery for Parkinson's disease? Maybe, but not just yet. *Lancet* 2013; 12: 938–939. DOI: 10.1016/S1474-4422(13)70191-1. PMID: 24050730.
20. Hariz M. There is no credible rationale for deep brain stimulation in very early Parkinson's disease! *Parkinsonism Relat Disord* 2015; 21: 345–346. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2014.10.031. PMID: 25443552.
21. Wenning G.K., Ben Shlomo Y., Magalhães M. et al. Clinical features and natural history of multiple system atrophy. An analysis of 100 cases. *Brain* 1994; 117: 835–845. DOI: 10.1093/brain/117.4.835. PMID: 7922469.
22. Gilman S., Low P.A., Quinn N. et al. Consensus statement on the diagnosis of multiple system atrophy. *J Neurol Sci* 1999; 163: 94–98. DOI: 10.1016/s0022-510x(98)00304-9. PMID: 10223419.
23. Lee J.I. The current status of deep brain stimulation for the treatment of Parkinson disease in the Republic of Korea. *J Mov Disord* 2015; 8: 115–121. DOI: 10.14802/jmd.15043. PMID: 26413238.
24. Christen M., Müller S. Current status and future challenges of deep brain stimulation in Switzerland. *Swiss Med Wkly* 2012; 142: w13570. DOI: 10.4414/smw.2012.13570. PMID: 22481640.
25. Poortvliet P.C., Silburn P.A., Coyne T.J. et al. Deep brain stimulation for Parkinson disease in Australia: current scientific and clinical status. *Intern Med J* 2015; 45: 134–139. DOI: 10.1111/imj.12656. PMID: 25650534.

## References

1. Benabid A.L., Pollak P., Hoffmann D. et al. Long-term suppression of tremor by chronic stimulation of the ventral intermediate thalamic nucleus. *Lancet* 1991; 337: 403–406. DOI: 10.1016/0140-6736(91)91175-t. PMID: 1671433.
2. Limousin P., Pollak P., Benazzouz A. et al. Effect on parkinsonian signs and symptoms of bilateral subthalamic nucleus stimulation. *Lancet* 1995; 345: 91–95. DOI: 10.1016/s0140-6736(95)90062-4. PMID: 7815888.
3. Limousin P., Krack P., Pollak P. et al. Electrical stimulation of the subthalamic nucleus in advanced Parkinson's disease. *N Engl J Med* 1998; 339: 1105–1111. DOI: 10.1056/NEJM199810153391603. PMID: 9770557.
4. Suarez-Cedeno G., Suessun J., Schiess M. Review. Earlier Intervention with Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease. *Hindawi Parkinson's Disease* 2017 DOI: 10.1155/2017/9358153. PMID: 28951797.
5. Fox S.H., Katzenschlager R., Lim S.Y. et al. International Parkinson and movement disorder society evidence-based medicine review: Update on treatments for the motor symptoms of Parkinson's disease. *Mov Disord* 2018; 33: 1248–1266. DOI: 10.1002/mds.27372. PMID: 29570866.
6. Ferreira J.J., Katzenschlager R., Bloem B.R. et al. Summary of the recommendations of the EFNS/MDS-ES review on therapeutic management of Parkinson's disease. *Eur J Neurol* 2013; 20: 5–15. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2012.03866.x. PMID: 23279439.
7. Zesiewicz T.A., Elble R.J., Louis E.D. et al. Evidence-based guideline update: treatment of essential tremor. *Neurology* 2011; 77: 1752–1755. DOI: 10.1212/WNL.0b013e318236f0fd. PMID: 22013182.
8. Albanese A., Asmus F., Berardelli A. et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of primary (idiopathic) dystonia Report by an EFNS MDS-ES Task Force. *Eur J Neurol* 2006; 13: 433–444. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2006.01537.x. PMID: 16722965.
9. Albanese A., Asmus F., Bhatia K.P. et al. EFNS guidelines on diagnosis and treatment of primary dystonias. *Eur J Neurol* 2011; 18: 5–18. DOI: 10.1111/j.1468-1331.2010.03042.x. PMID: 20482602.
10. Rughani A., Schwab J.M., Sidiroopoulos C. et al. Congress of Neurological Surgeons systematic review and evidence-based guideline on subthalamic nucleus and globus pallidus internus deep brain stimulation for the treatment of patients with Parkinson's disease: executive summary. *Neurosurgery* 2018; 82: 753–756. DOI: 10.1093/neuros/nyy037. PMID: 29538685.
11. Limousin P., Foltynie T. Long-term outcomes of deep brain stimulation in Parkinson disease. *Nat Rev Neurol* 2019; 15: 234–242. DOI: 10.1038/s41582-019-0145-9. PMID: 30778210.
12. Moro E., Lozano A.M., Pollak P. et al. Long-term results of a multicenter study on subthalamic and pallidal stimulation in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2010; 25: 578–586. DOI: 10.1002/mds.22735. PMID: 20213817.
13. Volkmann J., Allert N., Voges J. et al. Long-term results of bilateral pallidal stimulation in Parkinson's disease. *Ann Neurol* 2004; 55: 871–875. DOI: 10.1002/ana.20091. PMID: 15174022.
14. Schuepbach W.M., Rau J., Knudsen K. et al. Neurostimulation for Parkinson's disease with early motor complications. *N Engl J Med* 2013; 368: 610–622. DOI: 10.1056/NEJMoa1205158. PMID: 23406026.
15. Charles D., Konrad P.E., Neimat J.S. et al. Subthalamic nucleus deep brain stimulation in early stage Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2014; 20: 731–737. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2014.03.019. PMID: 24768120.
16. Merola A., Romagnolo A., Bernardini A. et al. Earlier versus later subthalamic deep brain stimulation in Parkinson's Disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2015; 21: 972–975. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2015.06.001. PMID: 26060146.
17. Schüpbach W.M., Rau J., Houeto J.L. et al. Myths and facts about the EARLYSTIM study. *Mov Disord* 2014; 29: 1742–1750. DOI: 10.1002/mds.26080. PMID: 25399678.
18. Charles D., Konrad P.E., Davis T.L. et al. Deep brain stimulation in early stage Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2015; 21: 347–348. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2014.10.032. PMID: 25547949.
19. Hariz M. Early surgery for Parkinson's disease? Maybe, but not just yet. *Lancet* 2013; 12: 938–939. DOI: 10.1016/S1474-4422(13)70191-1. PMID: 24050730.
20. Hariz M. There is no credible rationale for deep brain stimulation in very early Parkinson's disease! *Parkinsonism Relat Disord* 2015; 21: 345–346. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2014.10.031. PMID: 25443552.
21. Wenning G.K., Ben Shlomo Y., Magalhães M. et al. Clinical features and natural history of multiple system atrophy. An analysis of 100 cases. *Brain* 1994; 117: 835–845. DOI: 10.1093/brain/117.4.835. PMID: 7922469.
22. Gilman S., Low P.A., Quinn N. et al. Consensus statement on the diagnosis of multiple system atrophy. *J Neurol Sci* 1999; 163: 94–98. DOI: 10.1016/s0022-510x(98)00304-9. PMID: 10223419.
23. Lee J.I. The current status of deep brain stimulation for the treatment of Parkinson disease in the Republic of Korea. *J Mov Disord* 2015; 8: 115–121. DOI: 10.14802/jmd.15043. PMID: 26413238.
24. Christen M., Müller S. Current status and future challenges of deep brain stimulation in Switzerland. *Swiss Med Wkly* 2012; 142: w13570. DOI: 10.4414/smw.2012.13570. PMID: 22481640.
25. Poortvliet P.C., Silburn P.A., Coyne T.J. et al. Deep brain stimulation for Parkinson disease in Australia: current scientific and clinical status. *Intern Med J* 2015; 45: 134–139. DOI: 10.1111/imj.12656. PMID: 25650534.

26. Pilitsis J.G., Burrows A., Peters M.L. et al. Changing practice patterns of deep brain stimulation in Parkinson's disease and essential tremor in the USA. *Stereotact Funct Neurosurg* 2012; 90: 25–9. DOI: 10.1159/000333834. PMID: 22190124.
27. Narendran R.C., Duarte R.V., Valyi A., Eldabe S. The need for and provision of intrathecal baclofen therapy for the management of spasticity in England: an assessment of the Hospital Episode Statistics database. *BMJ Open* 2015; 5: e007517. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-007517. PMID: 26129634.
28. Morgante L., Morgante F., Moro E. et al. How many parkinsonian patients are suitable candidates for deep brain stimulation of subthalamic nucleus? Results of a questionnaire. *Parkinsonism Relat Disord* 2007; 13: 528–531. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2006.12.013. PMID: 17347021.
29. Hassan A., Wu S.S., Schmidt P. et al. What are the issues facing Parkinson's disease patients at ten years of disease and beyond? Data from the NPF-QII study. *Parkinsonism Relat Disord* 2012; 18 (Suppl 3): S10–S4. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2012.06.014. PMID: 22776044.
30. Кривонос О.В., Амосова Н.А., Смоленцева И.Г., Левин О.С. Эпидемиология болезни Паркинсона. В кн.: С.Н. Иллариошкин, О.С. Левин (ред.) Руководство по диагностике и лечению болезни Паркинсона. М., 2017: 15–33.
31. Deli G., Balás I., Dóczi T. et al. Deep brain stimulation can preserve working status in Parkinson's disease. *Parkinsons Dis* 2015: 936865. DOI: 10.1155/2015/936865. PMID: 26295005.
32. Seijo F., Alvarez de Eulate Beramendi S., Santamarta Liébana E. et al. Surgical adverse events of deep brain stimulation in the subthalamic nucleus of patients with Parkinson's disease. The learning curve and the pitfalls. *Acta Neurochir (Wien)* 2014; 156: 1505–1512. DOI: 10.1007/s00701-014-2082-0. PMID: 24752724.
33. Krauss J.K., Broggi B., Reulen H.J. et al. Training chart in movement disorders surgery added competence. *Acta Neurochir (Wien)* 2009; 151: 1505–1509. DOI: 10.1007/s00701-009-0526-8. PMID: 19841857.
34. Christen M., Ineichen C., Bittlinger M. et al. Ethical focal points in the international practice of deep brain stimulation. *AJOB Neuroscience* 2014; 5: 65–80. DOI: 10.1080/21507740.2014.939380.
26. Pilitsis J.G., Burrows A., Peters M.L. et al. Changing practice patterns of deep brain stimulation in Parkinson's disease and essential tremor in the USA. *Stereotact Funct Neurosurg* 2012; 90: 25–9. DOI: 10.1159/000333834. PMID: 22190124.
27. Narendran R.C., Duarte R.V., Valyi A., Eldabe S. The need for and provision of intrathecal baclofen therapy for the management of spasticity in England: an assessment of the Hospital Episode Statistics database. *BMJ Open* 2015; 5: e007517. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-007517. PMID: 26129634.
28. Morgante L., Morgante F., Moro E. et al. How many parkinsonian patients are suitable candidates for deep brain stimulation of subthalamic nucleus? Results of a questionnaire. *Parkinsonism Relat Disord* 2007; 13: 528–531. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2006.12.013. PMID: 17347021.
29. Hassan A., Wu S.S., Schmidt P. et al. What are the issues facing Parkinson's disease patients at ten years of disease and beyond? Data from the NPF-QII study. *Parkinsonism Relat Disord* 2012; 18 (Suppl 3): S10–S4. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2012.06.014. PMID: 22776044.
30. Krivonos O.V., Amosova N.A., Smolentseva I.G., Levin O.S. [The epidemiology of Parkinson's disease]. In: S.N. Illarioshkin, O.S. Levin (eds.) [Guidelines for the diagnosis and treatment of Parkinson's disease]. Moscow, 2017: 15–33. (In Russ.)
31. Deli G., Balás I., Dóczi T. et al. Deep brain stimulation can preserve working status in Parkinson's disease. *Parkinsons Dis* 2015: 936865. DOI: 10.1155/2015/936865. PMID: 26295005.
32. Seijo F., Alvarez de Eulate Beramendi S., Santamarta Liébana E. et al. Surgical adverse events of deep brain stimulation in the subthalamic nucleus of patients with Parkinson's disease. The learning curve and the pitfalls. *Acta Neurochir (Wien)* 2014; 156: 1505–1512. DOI: 10.1007/s00701-014-2082-0. PMID: 24752724.
33. Krauss J.K., Broggi B., Reulen H.J. et al. Training chart in movement disorders surgery added competence. *Acta Neurochir (Wien)* 2009; 151: 1505–1509. DOI: 10.1007/s00701-009-0526-8. PMID: 19841857.
34. Christen M., Ineichen C., Bittlinger M. et al. Ethical focal points in the international practice of deep brain stimulation. *AJOB Neuroscience* 2014; 5: 65–80. DOI: 10.1080/21507740.2014.939380.

Поступила 30.05.2019  
Принята в печать 11.10.2019

Received 30.05.2019  
Accepted 11.10.2019

**Информация об авторах:** Томский Алексей Алексеевич — к.м.н., рук. группы функциональной нейрохирургии ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия;  
Бриль Екатерина Витальевна — к.м.н., доц. каф. неврологии ФГБОУ ДПО РМАНПО, главный невролог ФМБА России, рук. Федерального неврологического центра экстрапирамидных заболеваний и психического здоровья ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, Москва, Россия;  
Гамалея Анна Александровна — врач-невролог группы функциональной нейрохирургии ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва, Россия;  
Федорова Наталья Владимировна — д.м.н., проф. каф. неврологии ФГБОУ ДПО РМАНПО, Москва, Россия;  
Левин Олег Семенович — д.м.н., проф., зав. каф. неврологии ФГБОУ ДПО РМАНПО, Москва, Россия.

**Information about the authors:** Aleksey A. Tomskiy, PhD (Med.), Head, Group of functional neurosurgery, N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russia;  
Ekaterina V. Bril', PhD (Med.), Assoc. Prof., Department of neurology, Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, Russia; Head, Federal Neurological Center for Extrapyramidal Diseases and Mental Health, Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia;  
Anna A. Gamaleya, neurologist, Group of functional neurosurgery, N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russia;  
Natalya V. Fedorova, D. Sci. (Med.), Prof., Department of neurology, Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, Russia;  
Oleg S. Levin, D. Sci. (Med.), Prof., Head, Department of neurology, Russian Medical Academy of Continuing Postgraduate Education, Moscow, Russia.