

DOI: 10.47093/2218-7332.2022.13.2

ISSN 2218-7332 (Print)
ISSN 2658-3348 (Online)

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
(Сеченовский Университет)

СЕЧЕНОВСКИЙ ВЕСТНИК

SECHENOV
MEDICAL JOURNAL

Том/Volume 13
№ 2, 2022

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

**SPECIAL ISSUE:
NEUROSURGERY**

**СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК:
НЕЙРОХИРУРГИЯ**



СЕЧЕНОВСКИЙ ВЕСТНИК

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ
Sechenovskii vestnik



СЕЧЕНОВСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
НАУК О ЖИЗНИ

Цели и задачи

К основным целям журнала относятся представление актуальных научных достижений российских и зарубежных ученых в области медико-биологических наук, фундаментальной и клинической медицины, увеличение значимости и авторитета российской медицинской науки за счет повышения качества научных публикаций.

Научно-практический медицинский журнал «Сеченовский вестник» публикует статьи по актуальным вопросам медико-биологических наук, клинической медицины. Издание предназначено для профессионалов в области здравоохранения.

Главный редактор

П.В. Глыбочко – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, ректор Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-5541-2251>, Scopus Author ID: 26435273000

Заместитель главного редактора

Д.В. Бутнару – канд. мед. наук, доц., проректор по научно-исследовательской работе Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0003-2173-0566>, Scopus Author ID: 15758889100

Редактор выпуска

А.А. Суфиянов – д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, главный врач Федерального центра нейрохирургии (Тюмень, Россия); <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>, Scopus Author ID: 6603558501

Научные редакторы

Е.О. Люсина – канд. мед. наук, научный редактор Издательского центра Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0001-7640-638X>, Scopus Author ID: 57188628665

М.Ю. Надинская – канд. мед. наук, доц., руководитель Издательского центра Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-1210-2528>, Scopus Author ID: 6507949442

Ответственный секретарь

С.С. Кардашева – канд. мед. наук, доц. каф. пропедевтики внутренних болезней, гастроэнтерологии и гепатологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-5116-2144>, Scopus Author ID: 57212196771

Редакционный совет

• **Е. Айкава** – канд. мед. наук, доц. медицинской школы Гарвардского университета (Бостон, США); <https://orcid.org/0000-0001-7835-2135>, Scopus Author ID: 55303859000 • **Г.Б. Белякович** – д-р мед. наук, проф. Нишского университета (Ниш, Сербия); <https://orcid.org/0000-0002-3796-9945>, Scopus Author ID: 34567603700 • **Э. Грандоне** – д-р мед. наук, проф. госпиталя Casa Sollievo della Sofferenza (Сан-Джованни-Ротондо, Италия); <https://orcid.org/0000-0002-8980-9783>, Scopus Author ID: 7006391091 • **С. Петанидис** – канд. мед. наук, науч. сотрудник Университета имени Аристотеля в Салониках (Салоники, Греция); <https://orcid.org/0000-0001-7482-6559>, Scopus Author ID: 55362289600 • **Д. Риццо** – MD, профессор, Университет Рома Тор Вергата, зав. кафедрой акушерства и гинекологии, Центральная поликлиника Тор Вергата (Рим, Италия); <https://orcid.org/0000-0002-5525-4353>, Scopus Author ID: 7102724281 • **Х.Э. Санер** – д-р мед. наук, проф. Бернского университета (Берн, Швейцария); <https://orcid.org/0000-0002-8025-7433>, Scopus Author ID: 55835032800 • **А.А. Свистунов** – д-р мед. наук, проф., чл.-корр. РАН, первый проректор Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); Scopus Author ID: 55578030700 • **А. Спаллоне** – д-р мед. наук, проф., директор отделения клинических нейронаук нейроцентра

Latium NCL (Рим, Италия); <https://orcid.org/0000-0002-7017-1513>, Scopus Author ID: 7005531516

• **В. Яковлевич** – д-р мед. наук, проф., декан факультета медицинских наук Университета г. Крагуевац (Крагуевац, Сербия); <https://orcid.org/0000-0002-0071-8376>, Scopus Author ID: 56425747600

Редакционная коллегия

• **В.Б. Аникин** – канд. мед. наук, проф. The Royal Brompton & Harefield NHS Foundation Trust (Лондон, Великобритания); Scopus Author ID: 7005592092 • **О.Б. Блюсс** – канд. физ.-мат. наук, науч. сотрудник Лондонского университета королевы Марии (Лондон, Великобритания); <https://orcid.org/0000-0002-0194-6389>, Scopus Author ID: 56020531500 • **С.Б. Болевич** – д-р мед. наук, проф., зав. каф. патологии человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-1574-477X>, Scopus Author ID: 6603144931 • **А.А. Заикин** – канд. физ.-мат. наук, проф. системной медицины Университетского колледжа Лондона (Лондон, Великобритания); <https://orcid.org/0000-0001-7540-1130>, Scopus Author ID: 7103103296 • **А.В. Зорькина** – д-р мед. наук, проф., зав. каф. амбулаторно-поликлинической терапии Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева (Саранск, Россия); <https://orcid.org/0000-0003-1122-9532>, Scopus Author ID: 6508247780 • **В.Т. Ивашкин** – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, зав. каф. пропедевтики внутренних болезней, гастроэнтерологии и гепатологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-6815-6015>, Scopus Author ID: 57201595785 • **А.М. Казарян** – д-р мед. наук, проф. Университета Осло (Осло, Норвегия); <https://orcid.org/0000-0001-9960-0820>, Scopus Author ID: 7003922201 • **А.Д. Макацария** – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, зав. каф. акушерства и гинекологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0001-7415-4633>, Scopus Author ID: 6602363216 • **Д. Макфарланд** – доц., Автономный Мадридский университет (Мадрид, Испания); <https://orcid.org/0000-0003-3994-4570>, Scopus Author ID: 57203783686 • **Л. Матронади** – руководитель отделения нейрохирургии, больница Сан-Филиппо Нери (Рим, Италия); <https://orcid.org/0000-0003-0105-5786>, Scopus Author ID: 56228961100 • **Д.Б. Мунблит** – канд. мед. наук, проф. Imperial College London (Лондон, Великобритания); <https://orcid.org/0000-0001-9652-6856>, Scopus Author ID: 55233686800 • **Д.А. Напалков** – д-р мед. наук, проф. каф. факультетской терапии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0001-6241-2711>, Scopus Author ID: 7801384884 • **Ч.С. Павлов** – д-р мед. наук, проф., зав. каф. терапии, руководитель Центра доказательной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0001-5031-9798>, Scopus Author ID: 57196355076 • **С.В. Пирожков** – д-р мед. наук, проф. каф. патофизиологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-7116-3398>, Scopus Author ID: 7004383734 • **И.В. Решетов** – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, зав. каф. онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>, Scopus Author ID: 6701353127 • **М.И. Секачева** – д-р мед. наук, проф., директор Института персонализированной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0003-0015-7094>, Scopus Author ID: 24342526600 • **А.Н. Стрижаков** – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, зав. каф. акушерства, гинекологии и перинатологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0001-7718-7465>, Scopus Author ID: 7005104683 • **А.А. Суфиянов** – д-р мед. наук, проф., член-корр. РАН, главный врач Федерального центра нейрохирургии (Тюмень, Россия); <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>, Scopus Author ID: 6603558501 • **Г.Т. Сухих** – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, директор НМИЦ акушерства, гинекологии и перинатологии им. акад. В.И. Кулакова (Москва, Россия); <https://orcid.org/0000-0003-0214-1213>, Scopus Author ID: 7005776727 • **А.С. Шершвер** – д-р мед. наук, проф. Свердловского областного онкологического диспансера (Екатеринбург, Россия); <https://orcid.org/0000-0002-8515-6017>, Scopus Author ID: 7006207122

История издания журнала: издается с 2010 г.

Периодичность: выходит 4 раза в год.

Префикс DOI: 10.47093

Свидетельство о регистрации средства массовой информации: ПИ № ФС77-78884 от 28 августа 2020 года выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Условия распространения материалов: контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Учредитель, издатель, редакция: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет).

Адрес: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2.

Телефон редакции: +7 (905) 517-27-99

Сайт: <https://www.sechenovmedj.com/jour>

E-mail: vestnik@sechenov.ru

Выход в свет: 23.09.2022

Копирайт: © Сеченовский вестник, 2022

Индексирование: журнал входит в перечень изданий, рекомендованных ВАК, и библиографическую базу данных РИНЦ.

Журнал представлен в Федеральной электронной медицинской библиотеке: <http://www.femb.ru>

Подписной индекс: в каталоге агентства «Пресса России» – 29124

Цена: свободная

Заведующая редакцией: А.В. Седова

Редакторы-корректоры: И.С. Пигулевская, Л.А. Зелксон

Верстка: О.А. Юнина

Отпечатано: ООО «БЕАН»

Адрес: 603003, г. Нижний Новгород, ул. Баррикад, д. 1

Формат 60×90%.

Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

SECHENOV MEDICAL JOURNAL

SCIENTIFIC AND PRACTICAL MEDICAL JOURNAL

SECHENOV
UNIVERSITY
LIFE SCIENCES

Focus and Scope

The Sechenov Medical Journal is committed to presenting important scientific achievements in the field of biomedical sciences, fundamental and clinical medicine, increasing the authority of the Russian medical science by improving the quality of scientific publications.

The academic and clinical Sechenov Medical Journal publishes articles related to the issues of medical and biological sciences, clinical medicine. The information contained in Sechenov Medical Journal is intended for healthcare professionals only.

Editor-in-Chief

Peter V. Glybochko – MD, PhD, DMSc, Professor, Academician of RAS, Rector of Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-5541-2251>, Scopus Author ID: 26435273000

Deputy Editor-in-Chief

Denis V. Butnaru – MD, PhD, Associate Professor, Vice-rector (Research) of Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0003-2173-0566>, Scopus Author ID: 15758889100

Editor of issue

Albert A. Sufianov – MD, PhD, DMSc, Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Federal Center of Neurosurgery (Tyumen, Russia); <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>, Scopus Author ID: 6603558501

Scientific Editors

Ekaterina O. Liusina – MD, PhD, Scientific Editor of Publishing Center, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0001-7640-638X>, Scopus Author ID: 57188628665

Maria Yu. Nadinskaia – MD, PhD, Associate Professor, Head of Publishing Center, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-1210-2528>, Scopus Author ID: 6507949442

Executive Secretary

Svetlana S. Kardasheva – MD, PhD, Associate Professor, Department of Internal Medicine Propaedeutics, Gastroenterology and Hepatology, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-5116-2144>, Scopus Author ID: 57212196771

Editorial Council

• **Elena Aikawa** – MD, PhD, Associate Professor of Medicine Harvard Medical School (Boston, USA); <https://orcid.org/0000-0001-7835-2135>, Scopus Author ID: 55303859000 • **Goran B. Bjelaković** – MD, DMSc, Professor, University of Nis (Nis, Serbia); <https://orcid.org/0000-0002-3796-9945>, Scopus Author ID: 34567603700 • **Elvira Grandone** – MD, PhD, Professor, Hospital Casa Sollievo della Sofferenza (San Giovanni Rotondo, Italy); <https://orcid.org/0000-0002-8980-9783>, Scopus Author ID: 7006391091 • **Savvas Petanidis** – PhD, Research Assistant, Aristotle University of Thessaloniki (Thessaloniki, Greece); <https://orcid.org/0000-0001-7482-6559>, Scopus Author ID: 55362289600 • **Giuseppe Rizzo** – MD, Professor and Chairman, University of Rome Tor Vergata, Department of Obstetrics and Gynecology, Fondazione Policlinico Tor Vergata (Rome, Italy); <https://orcid.org/0000-0002-5525-4353>, Scopus Author ID: 7102724281 • **Hugo E. Saner** – MD, DMSc, Professor, University of Bern (Bern, Switzerland); <https://orcid.org/0000-0002-8025-7433>, Scopus Author ID: 55835032800 • **Andrey A. Svistunov** – MD, PhD, DMSc, Professor, Corresponding Member of RAS, First Vice-rector, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); Scopus Author ID: 55578030700 • **Aldo Spallone** – MD, PhD, Professor of Neurosurgery, Department Director, Neurological Centre of Latium NCL (Rome, Italy); <https://orcid.org/0000-0002-7017-1513>, Scopus Author ID: 7005531516 • **Vladimir Jakovljevic** – MD, PhD, DMSc, Professor, Dean of the Faculty of

Medical Sciences University of Kragujevac (Serbia); <https://orcid.org/0000-0002-0071-8376>, Scopus Author ID: 56425747600

Editorial Board

• **Vladimir B. Anikin** – MD, PhD, Professor of Thoracic Surgery and Consultant Thoracic Surgeon, The Royal Brompton & Harefield NHS Foundation Trust, Harefield Hospital (London, UK); Scopus Author ID: 7005592092 • **Oleg B. Blyuss** – PhD, Research Associate, Queen Mary University of London (London, UK); <https://orcid.org/0000-0002-0194-6389>, Scopus Author ID: 56020531500 • **Sergey B. Bolevich** – MD, PhD, DMSc, Professor, Head of Pathology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-1574-477X>, Scopus Author ID: 6603144931 • **Alexey A. Zaikin** – PhD, Professor of Systems Medicine and Applied Mathematics, University College London (London, UK); <https://orcid.org/0000-0001-7540-1130>, Scopus Author ID: 7103103296 • **Angelina V. Zorkina** – MD, PhD, DMSc, Professor, Head of Department of Outpatient Polyclinic Therapy, National Research Mordovia State University (Saransk, Russia); <https://orcid.org/0000-0003-1122-9532>, Scopus Author ID: 6508247780 • **Vladimir T. Ivashkin** – MD, PhD, DMSc, Professor, Academician of RAS, Head of Department of Internal Medicine Propaedeutics, Gastroenterology and Hepatology, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-6815-6015>, Scopus Author ID: 57201595785 • **Airazat M. Kazaryan** – MD, PhD, Professor of Surgery, Oslo University Hospital (Oslo, Norway); <https://orcid.org/0000-0001-9960-0820>, Scopus Author ID: 7003922201 • **Alexander D. Makatsariya** – MD, PhD, DMSc, Professor, Academician of RAS, Head of Obstetrics and Gynaecology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0001-7415-4633>, Scopus Author ID: 6602363216 • **J. McFarland** – Associate Professor, Autonomous University of Madrid (Madrid, Spain); <https://orcid.org/0000-0003-3994-4570>, Scopus Author ID: 57203783686 • **L. Mastronardi** – Head of the Division of Neurosurgery, San Filippo Neri Hospital (Rome, Italy); <https://orcid.org/0000-0003-0105-5786>, Scopus Author ID: 56228961100 • **Daniel B. Munblit** – MD, MSc, PhD, Honorary Senior Lecturer, Imperial College London (London, UK); <https://orcid.org/0000-0001-9652-6856>, Scopus Author ID: 55233686800 • **Dmitrii A. Napalkov** – MD, PhD, DMSc, Professor, Faculty Therapy Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0001-6241-2711>, Scopus Author ID: 7801384884 • **Chavdar S. Pavlov** – MD, PhD, DMSc, Professor, Head of Therapy Department, Head of Center for Evidence-Based Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0001-5031-9798>, Scopus Author ID: 57196355076 • **Sergey V. Pirozhkov** – MD, PhD, DMSc, Professor, Pathophysiology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-7116-3398>, Scopus Author ID: 7004383734 • **Igor V. Reshetov** – MD, PhD, DMSc, Professor, Academician of RAS, Head of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-0909-6278>, Scopus Author ID: 6701353127 • **Marina I. Sekacheva** – MD, PhD, DMSc, Professor, Director of the Institute of Personalized Medicine of Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0003-0015-7094>, Scopus Author ID: 24342526600 • **Alexander N. Strizhakov** – MD, PhD, DMSc, Professor, Academician of RAS, Head of Obstetrics, Gynaecology and Perinatology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0001-7718-7465>, Scopus Author ID: 7005104683 • **Albert A. Sufianov** – MD, PhD, DMSc, Professor, Corresponding member of RAS, Head of Federal Center of Neurosurgery (Tyumen, Russia); <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>, Scopus Author ID: 6603558501 • **Gennadiy T. Sukhikh** – MD, PhD, DMSc, Professor, Academician of RAS, Director of Kulakov Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology (Moscow, Russia); <https://orcid.org/0000-0003-0214-1213>, Scopus Author ID: 7005776727 • **Alexander S. Shershever** – MD, PhD, DMSc, Professor, Sverdlovsk Regional Oncology Dispensary (Yekaterinburg, Russia); <https://orcid.org/0000-0002-8515-6017>, Scopus Author ID: 7006207122

Founded: the journal has been published since 2010.

Frequency: quarterly

DOI Prefix: 10.47093

Mass Media Registration Certificate: PI No FS77-78884 as of 28 August 2020 issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor).

Distribution: content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License

Founder, Publisher, Editorial Office: Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

Address: 8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991

Editorial office phone number: +7 (905) 517-27-99

Website: <https://www.sechenovmedj.com/jour>

E-mail: vestnik@sechenov.ru

Published: 23.09.2022

Copyright: © Sechenov Medical Journal, 2022

Indexation: the Journal is included in the index of periodical publications recommended by the State Commission for Academic Degrees and Titles, and in the Russian Science Citation Index database. The Journal is available in the Federal Electronic Medical Library: <http://www.femb.ru>

Subscription index in the Russian Press Agency catalog – 29124.

Price: flexible

Managing Editor: Alla V. Sedova

Editors-proofreaders: Irina S. Pigulevskaya, Lev A. Zelexon

Page layout: Olga A. Yunina

Printed by LLC BEAN

Address: 1, Barikad str., Nizhny Novgorod, 603003

Format 60×90%. Off set print. Print run 1000 copies.

СОДЕРЖАНИЕ

НЕЙРОХИРУРГИЯ

ГЕМИМЕГАЛЭНЦЕФАЛИЯ, АССОЦИИРОВАННАЯ С ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОЙ ЭПИЛЕПСИЕЙ И РЕДКОЙ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АЛЬТЕРАЦИЕЙ В ГЕНЕ CРА6: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Д.А. Мурзаева, Д.А. Ситовская, К.А. Султыгова, Д.Д. Сабанчиева, М.А. Киселева, О.П. Вербицкий, Ю.М. Забродская

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ НАВИГАЦИИ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ОЧАГОВОЙ КОРТИКАЛЬНОЙ ДИСПЛАЗИИ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

К. Симфукве, А.А. Суфианов

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НЕЙРОНОВ СТРИАТУМА В РЕАЛИЗАЦИИ АКТОВ ДВИГАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС ОБОЕГО ПОЛА

В.А. Кудрявцева, А.В. Моисеева, С.Г. Мухамедова, Г.А. Пьявченко, С.Л. Кузнецов

СТЕРЕОТАКСИЧЕСКАЯ БИОПСИЯ И ЛАЗЕРНАЯ АБЛЯЦИЯ ГАНГЛИОГЛИОМЫ ТУЛИЕВЫМ ЛАЗЕРОМ: КЛИНИЧЕСКИЙ ВИДЕОСЛУЧАЙ

А.А. Суфианов, И.С. Шелягин, Р.А. Суфианов

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ ОТНОСИТЕЛЬНО «СТЕРЕОТАКСИЧЕСКАЯ БИОПСИЯ И ЛАЗЕРНАЯ АБЛЯЦИЯ ГАНГЛИОГЛИОМЫ ТУЛИЕВЫМ ЛАЗЕРОМ: КЛИНИЧЕСКИЙ ВИДЕОСЛУЧАЙ»

Рой Т. Дэниел

РЕТРАКЦИЯ

ОТЗЫВ СТАТЬИ «СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ГРУДНОЕ ВСКАРМЛИВАНИЕ: ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ МАТЕРИ И РЕБЕНКА С ПОЗИЦИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ «СЕРИИ ПО ГРУДНОМУ ВСКАРМЛИВАНИЮ» ЖУРНАЛА «ЛАНЦЕТ»)»

ОТЗЫВ СТАТЬИ «ЗАДАЧА: ЭФФЕКТИВНО И БЕЗОПАСНО СНИЗИТЬ АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ. КАК ЭТО СДЕЛАТЬ РАЦИОНАЛЬНО И СОВРЕМЕННО?»

ОТЗЫВ СТАТЬИ «БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ»

ОТЗЫВ СТАТЬИ «СВИДЕТЕЛЬСТВО ЦИРКУЛЯЦИИ ВИРУСА ИММУНОДЕФИЦИТА ЧЕЛОВЕКА I-ГО ТИПА (ВИЧ-1) НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЫ В ДРЕВНОСТИ. ПАЛЕОЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»

ОТЗЫВ СТАТЬИ «ПРОТИВОРЕЦИДИВНАЯ ХИМИОТЕРАПИЯ ЭХИНОКОККОЗА ПЕЧЕНИ»

ОТЗЫВ СТАТЬИ «КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ: ВИРУСНЫЙ ЭНЦЕФАЛИТ»

CONTENT

NEUROSURGERY

- 4 HEMIMEGALENCEPHALY ASSOCIATED WITH DRUG-RESISTANT EPILEPSY AND A RARE MOLECULAR GENETIC ALTERATION IN THE CPA6 GENE: A CLINICAL CASE

Dzhamilia A. Murzaeva, Darya A. Sitovskaya, Kalimat A. Sultygova, Djennet D. Sabanchieva, Maria A. Kiseleva, Oleg P. Verbitskiy, Yulya M. Zabrodskaya

- 12 OPTIMIZATION OF INTRAOPERATIVE ULTRASOUND NAVIGATION DURING FOCAL CORTICAL DYSPLASIA SURGERY: A CASE REPORT

Keith Simfukwe, Albert A. Sufianov

- 20 AGE- AND SEX-RELATED DYNAMICS OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MOTOR BEHAVIOUR INTERACTIONS IN STRIATUM NEURONS IN RATS

Varvara A. Kudryavtseva, Aleksandra V. Moiseeva, Svetlana G. Mukhamedova, Gennadii A. Piyachenko, Sergey L. Kuznetsov

- 30 STEREOTACTIC BIOPSY AND LASER ABLATION OF THE GANGLIOGLIOMA USING A THULIUM LASER: A VIDEO CASE REPORT

Albert A. Sufianov, Ivan S. Shelyagin, Rinat A. Sufianov

LETTER TO THE EDITOR

- 34 LETTER TO THE EDITOR REGARDING “STEREOTACTIC BIOPSY AND LASER ABLATION OF THE GANGLIOGLIOMA USING A THULIUM LASER: A VIDEO CASE REPORT”

Roy T. Daniel

RETRACTION

- 35 RETRACTION OF THE ARTICLE “THE MODERN APPROACH TO BREASTFEEDING: EPIDEMIOLOGY AND ITS IMPORTANCE FOR MATERNAL AND CHILD WELLBEING FROM THE PUBLIC HEALTH PROSPECTIVE (A REVIEW OF THE LANCET BREASTFEEDING SERIES)”

- 36 RETRACTION OF THE ARTICLE “AN OBJECTIVE: TO LOWER BLOOD PRESSURE EFFECTIVELY AND SAFELY. HOW TO DO IT IN A RATIONAL AND MODERN WAY?”

- 37 RETRACTION OF THE ARTICLE “THE BIOPHARMACEUTICAL CLASSIFICATION OF MEDICINAL SUBSTANCES”

- 38 RETRACTION OF THE ARTICLE “EVIDENCE OF ANCIENT HIV-1 TRANSMISSION IN THE NORTHERN EUROPE. PALAEOEPIDEMIOLOGICAL ANALYSIS”

- 39 RETRACTION OF THE ARTICLE “ANTI-RELAPSE CHEMOTHERAPY IN LIVER ECHINOCOCCOSIS”

- 40 RETRACTION OF THE ARTICLE “A CLINICAL CASE: VIRUS ENCEPHALITIS”



Гемимегалэнцефалия, ассоциированная с фармакорезистентной эпилепсией и редкой молекулярно-генетической альтерацией в гене CРА6: клинический случай

Д.А. Мурзаева^{1,✉}, Д.А. Ситовская^{1,4}, К.А. Султыгова², Д.Д. Сабанчиева³,
М.А. Киселева³, О.П. Вербицкий⁴, Ю.М. Забродская¹

¹ Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт
им. проф. А.Л. Поленова – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
им. В.А. Алмазова» Минздрава России

ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург, 191014, Россия

² ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий
имени академика А.М. Гранова» Минздрава России

ул. Ленинградская, д. 70, п. Песочный, г. Санкт-Петербург, 197758, Россия

³ ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России
ул. Одесская, д. 54, г. Тюмень, 625023, Россия

⁴ СПб ГБУЗ «Городская Маршинская больница»

пр. Литейный, д. 56, Санкт-Петербург, 191014, Россия

Аннотация

Гемимегалэнцефалия (ГМЭ) относится к крайне редким врожденным мальформациям кортикального развития, к группе mTOR-патий, и может быть результатом различных генетических нарушений. Одним из основных клинических проявлений является фармакорезистентная эпилепсия, требующая хирургического лечения.

Описание случая. Мальчик 4 лет поступил в нейрохирургическое отделение с приступами частых генерализованных тонико-клонических судорог и резистентностью к проводимой противосудорожной терапии; также отмечалась задержка речевого развития. По данным магнитно-резонансной томографии выявлена правосторонняя ГМЭ. Выполнена стереотаксическая лазерная диссекция обширной кортикальной дисплазии в правой лобной доле головного мозга. По данным гистологического исследования выявлены морфологические признаки фокальной кортикальной дисплазии (ФКД) IIb. В течение 14 дней наблюдения в стационаре после операции судорог не отмечено. Полноэкзомное секвенирование ДНК показало наличие гетерозиготного состояния *_000008.10^G 68419028del / 633del, pGlu212LysfsTers* в гене CРА6.

Обсуждение. Особенностью случая является ГМЭ с морфологической картиной ФКД IIb типа, ассоциированная с не описанным ранее гетерозиготным состоянием в 6 экзоне гена CРА6. Указанная ассоциация позволяет расширить представления об изменении активации пути PI3K/AKT/mTOR как ключевого звена в патогенезе врожденной аномалии кортикального развития.

Ключевые слова: mTOR-патия; мальформации кортикального развития; сигнальный путь PI3K/AKT/mTOR; баллонные клетки; дисморфные нейроны; полноэкзомное секвенирование

Рубрики MeSH:

ГЕМИМЕГАЛЭНЦЕФАЛИЯ – ДИАГНОСТИКА

ГЕМИМЕГАЛЭНЦЕФАЛИЯ – ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

ГЕМИМЕГАЛЭНЦЕФАЛИЯ – ХИРУРГИЯ

СТЕРЕОТАКСИЧЕСКИЕ ТЕХНИКИ

Для цитирования: Мурзаева Д.А., Ситовская Д.А., Султыгова К.А., Сабанчиева Д.Д., Киселева М.А., Вербицкий О.П., Забродская Ю.М. Гемимегалэнцефалия, ассоциированная с фармакорезистентной эпилепсией и редкой молекулярно-генетической альтерацией в гене CРА6: клинический случай. Сеченовский вестник. 2022; 13 (2): 4–11. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.4-11>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Мурзаева Джамиля Адильхановна, врач-патологоанатом, аспирант РНХИ им. проф. А.Л. Поленова – филиал НМИЦ им. В.А. Алмазова

Адрес: ул. Маяковского, д. 12, г. Санкт-Петербург, 191014, Россия.

Tel.: +7 (929) 262-30-82

E-mail: dzhamilay22@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось в рамках госзадания № 121031000359–3 «Разработка новых подходов в диагностике медико-базальной фармакорезистентной эпилепсии на основе гистопроотеомии эпилептических очагов».

Благодарности.

Авторы статьи выражают благодарность лаборантам гистологической лаборатории Рахмаевой Елене Алимовне и Княжевой Татьяне Александровне за кропотливый труд в изготовлении качественных гистологических слайдов.

Поступила: 06.09.2022

Принята: 13.09.2022

Дата печати: 23.09.2022

Hemimegalencephaly associated with drug-resistant epilepsy and a rare molecular genetic alteration in the CPA6 gene: a clinical case

Dzhamilia A. Murzaeva^{1,✉}, Darya A. Sitovskaya^{1,4}, Kalimat A. Sultygova², Djennet D. Sabanchieva³, Maria A. Kiseleva³, Oleg P. Verbitskiy⁴, Yulya M. Zabrodskaya¹

¹Polenov Neurosurgical Institute, Branch of Almazov National Medical Research Centre
12, Mayakovskogo str., Saint Petersburg, 191014, Russia

²Granov Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies
70, Leningradskaya str., Pesochny, Saint Petersburg, 197758, Russia

³Tyumen State Medical University
54, Odessa str., Tyumen, 625023, Russia

⁴City Mariinsky Hospital
56, Liteiny Ave., Saint Petersburg, 191014, Russia

Abstract

Hemimegalencephaly (HME) is one of the extremely rare congenital malformations of cortical development (MCD). It belongs to the MCD group of mTOR-related pathologies and can be the result of various genetic disorders. One of the main clinical manifestations of HME is drug-resistant epilepsy requiring surgical treatment.

Case report. This article describes a clinical case of HME in a 4-year-old boy with frequent generalized tonic-clonic seizures and drug-resistant epilepsy; also, he had speech development delay. MRI revealed a HME of the right frontal lobe. Stereotaxic laser disconnection of the large cortical dysplasia in the right frontal lobe of the brain was performed. Morphological features of focal cortical dysplasia type IIb (FCD IIb) were reported. No seizures were observed in the hospital follow up after the operation for 14 days. The whole exome DNA sequencing showed the presence of a heterozygous state `_000008.10^G 68419028del / 633del, pGlu212LysfsTers` of the CPA6 gene.

Discussion. A feature of the case is the identified association of HME, morphologically represented by FCD IIb, with a previously unknown heterozygous state in the 6th exon of the CPA6 gene. This association allows to expand our understanding of changes in the activation of PI3K/AKT/mTOR pathway as a key link in the pathogenesis of congenital anomaly of cortical development.

Keywords: mTOR-related pathology; malformations of cortical development; signaling pathway PI3K/AKT/mTOR; balloon cells; dysmorphic neurons; whole exome sequencing

MeSH terms:

HEMIMEGALENCEPHALY – DIAGNOSIS

HEMIMEGALENCEPHALY – DIAGNOSTIC IMAGING

HEMIMEGALENCEPHALY – SURGERY

STEREOTAXIC TECHNIQUES

For citation: Murzaeva D.A., Sitovskaya D.A., Sulygova K.A., Sabanchieva D.D., Kiseleva M.A., Verbitskiy O.P., Zabrodskaya Yu.M. Hemimegalencephaly associated with drug-resistant epilepsy and a rare molecular genetic alteration in the CPA6 gene: a clinical case. Sechenov Medical Journal. 2022; 13 (2): 4–11. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.4-11>

CONTACT INFORMATION:

Dzhamilia A. Murzaeva, pathologist, postgraduate student, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery – branch of Almazov National Medical Research Centre

Address: 12, Mayakovskogo str., Saint Petersburg, 191014, Russia.

Tel.: +7 (929) 262-30-82

E-mail: dzhamilay22@mail.ru

Conflict of interests. The authors declare that there is no conflict of interests.

Financial support. The study was carried out within the framework of State assignment No. 121031000359–3 “Development of new approaches in the diagnosis of mediobasal pharmacoresistant epilepsy based on the histoproteomics of epileptic foci”.

Acknowledgments.

The authors of the article express their gratitude to the laboratory assistants of the histological laboratory Rakhmaeva Elena Alimovna and Knyazheva Tatyana Alexandrovna for the painstaking work in making high-quality histological slides.

Received: 06.09.2022

Accepted: 13.09.2022

Date of publication: 23.09.2022

Список сокращений:

mTOR – mammalian target of rapamycin, мишень рапамицина млекопитающих
ГМЭ – гемимегалэнцефалия

МРТ – магнитно-резонансная томография
ФКД – фокальные кортикальные дисплазии
ФРЭ – фармакорезистентная эпилепсия
ЭЭГ – электроэнцефалография

Гемимегалэнцефалия (ГМЭ) относится к редким врожденным мальформациям кортикального развития и характеризуется унилатеральным увеличением размера полушария головного мозга с архитектурной и клеточной дисплазией, затрагивающей нейрональные и глиальные элементы [1, 2].

Современный взгляд на причины развития ГМЭ, составляющей всего 1% от всех пороков кортикального развития и обнаруживаемой у 0,2% детей, страдающих эпилепсией, основывается на данных гистопатологии и молекулярно-генетических находках. Основными патогенетическими механизмами формирования ГМЭ считаются нарушения нейрональной миграции, дифференцировки и пролиферации в сочетании с альтерацией генов сигнального пути PI3K/AKT/mTOR. Так, экспертами Международной противосудорожной лиги введен термин «мальформации кортикального развития, mTOR-патии» (mammalian target of rapamycin, мишень рапамицина млекопитающих), включающий в себя ГМЭ, фокальные кортикальные дисплазии (ФКД) и туберозный склероз [1, 3, 4].

Самым частым клиническим проявлением ГМЭ являются судорожные эпизоды, описана задержка нервно-психического развития, гемианопсия, односторонняя двигательная недостаточность [4]. Как и при многих других пороках формирования

головного мозга, эпилепсия при ГМЭ характеризуется фармакорезистентностью (ФРЭ), что требует хирургического лечения эпилептогенных очагов, обычно в объеме гемисферотомии. Имеются данные о сохранении приступов, а также когнитивных нарушений после проведенного оперативного вмешательства, что обуславливает необходимость дальнейшего изучения генетических, патофизиологических и структурных изменений при данной патологии.

Характерные признаки ГМЭ устанавливаются по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ): отмечается увеличение одной гемисферы головного мозга, деформация желудочков, изменение белого вещества с герниацией в сторону контралатеральной гемисферы, увеличение размера и стирание борозд в пораженном полушарии. По данным электроэнцефалографии (ЭЭГ), как правило, регистрируют серию иррегулярных паттернов, наиболее заметными из которых являются торможения и/или геми-гипсаритмия.

Мы представляем клинический случай ребенка четырех лет с ФРЭ, обусловленной ГМЭ, с первым в отечественной литературе обнаружением редкой молекулярно-генетической альтерации в гене CPA6, расположенной в локусе 8q13.2 длинного плеча восьмой хромосомы.

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ

29.08.22 в нейрохирургическое отделение поступил мальчик 4 лет с приступами генерализованных тонико-клонических судорог длительностью до 1,5–2 минут с последующей слабостью около 30 минут. Приступы возникали 1–2 раза в день в течение двух последовательных дней, после чего в течение трех дней отмечался период покоя. Также отмечались редкие орофарингеальные автоматизмы: 3–4 приступа в месяц.

Родился от первой беременности, срочных родов, протекавших без осложнений. В перинатальном и постнатальном периодах признаков неврологических расстройств не отмечалось. Семейный анамнез не отягощен.

С одного года отмечалась задержка нервно-психического развития, беспокойный сон, в возрасте двух лет впервые наблюдался приступ орофарингеальных автоматизмов, к которым присоединились тонико-клонические приступы с дальнейшей утратой сознания длительностью по 10–20 секунд и частотой 1–2 раза в неделю. Со слов матери было проведено ЭЭГ, МРТ, и неврологом установлен диагноз: структурная фокальная эпилепсия, G40.8. Принимал вальпроевую кислоту (600 мг/сут) без отчетливого клинического эффекта, через две недели к терапии был добавлен леветирацетам 500 мг/сут, на фоне которого, со слов матери, количество приступов увеличилось. Леветирацетам был заменен на перампанел 4 мг/сут, который продолжал принимать в комбинации с вальпроевой кислотой 600 мг/сут. Комбинированная терапия проводилась в течение двух лет, не имела положительного эффекта, выраженность, частота и продолжительность приступов постепенно прогрессировали.

На момент поступления: сознание ясное, ориентирован в пространстве. Неврологический статус: черепно-мозговые нервы, двигательная и чувствительная сфера без патологии, менингеальных симптомов нет; тазовые функции сохранены. Отмечается задержка речевого развития. По остальным органам и системам – без особенностей. Показатели клинического и биохимического анализов крови, общего анализа мочи находились в пределах референсных значений. Для проведения обследования и лечения у родителей пациента было получено информированное добровольное согласие.

По данным МРТ в лобной и островковой долях большого мозга справа визуализирована зона нарушения кортикального развития в виде сглаженности борозд, резкого утолщения извилин, отмечена «смазанность» кортико-медуллярного перехода (рис. 1А, 1В). Сигнал в режимах T2-ВИ и FLAIR повышен от коры и субкортикального белого вещества.

При выполнении видео-ЭЭГ-мониторинга произведена запись на протяжении периодов активного и пассивного бодрствования, а также в состоянии

физиологического ночного сна в течение 7 суток. Биоэлектрическая активность головного мозга регистрировалась по 19 скальповым отведениям, установленным по системе «10–20%». Выявлено наличие интермиттирующего регионального замедления фоновой активности, локализованного в правой лобно-височной области, включающее в свою структуру интериктальную эпилептиформную активность низкого индекса, представленную периодическими одиночными и сгруппированными разрядами комплексов «острая-медленная волна», «спайк-волна».

Кроме того, регистрировалось наличие редких полиморфных сгруппированных разрядов комплексов «спайк-волна», имеющих диффузный характер с левосторонним либо правосторонним преобладанием выраженности. Зафиксировано 5 иктальных эпизодов с генерализованными тонико-клоническими судорогами (рис. 2А). Инициальная зона приступа по данным ЭЭГ была локализована в одном случае – в правой лобной области, в четырех случаях – в правой лобно-височной области.

Консилиум в составе невролога, нейрохирурга, врача-рентгенолога установил диагноз: структурная фокальная эпилепсия, фармакорезистентное течение (G40.8). Правосторонняя гемимегалэнцефалия (Q04.5).

В связи с фармакорезистентным течением заболевания и наличием морфологического субстрата принято решение о проведении оперативного вмешательства.

31.08.22 пациенту была выполнена стереотаксическая лазерная дисконнекция обширной кортикальной дисплазии в правой лобной доле головного мозга с предварительным МРТ-ЭЭГ-картированием и под интраоперационным МРТ-контролем.

По результатам морфологического исследования из зоны эпилептического очага наблюдалось утолщение коры, были обнаружены нарушения citoархитектоники неокортекса с нарушением гексаламинарной структуры в виде радиальной и тангенциальной дисламинации (рис. 3А). Выявлены многочисленные дисморфные нейроны: увеличенных размеров, с крупными ядрами, с гипертрофированными и утолщенными отростками, со «спеканием» и перимембранозной агрегацией субстанции Ниссля (рис. 3В), а также баллонные клетки с обильной стекловидной опалесцирующей цитоплазмой, без субстанции Ниссля (рис. 3С). Кальцинаты и микроскопические гетеротопии отсутствуют. По результатам иммуногистохимического исследования (антитела фирмы DAKO, Дания, система визуализации EnVision) в цитоплазме дисморфных нейронов выявлено повышенное накопление нейрофиламентов (рис. 3В), а в цитоплазме баллонных клеток яркое окрашивание с глияльным фибриллярным кислым белком (рис. 3С).

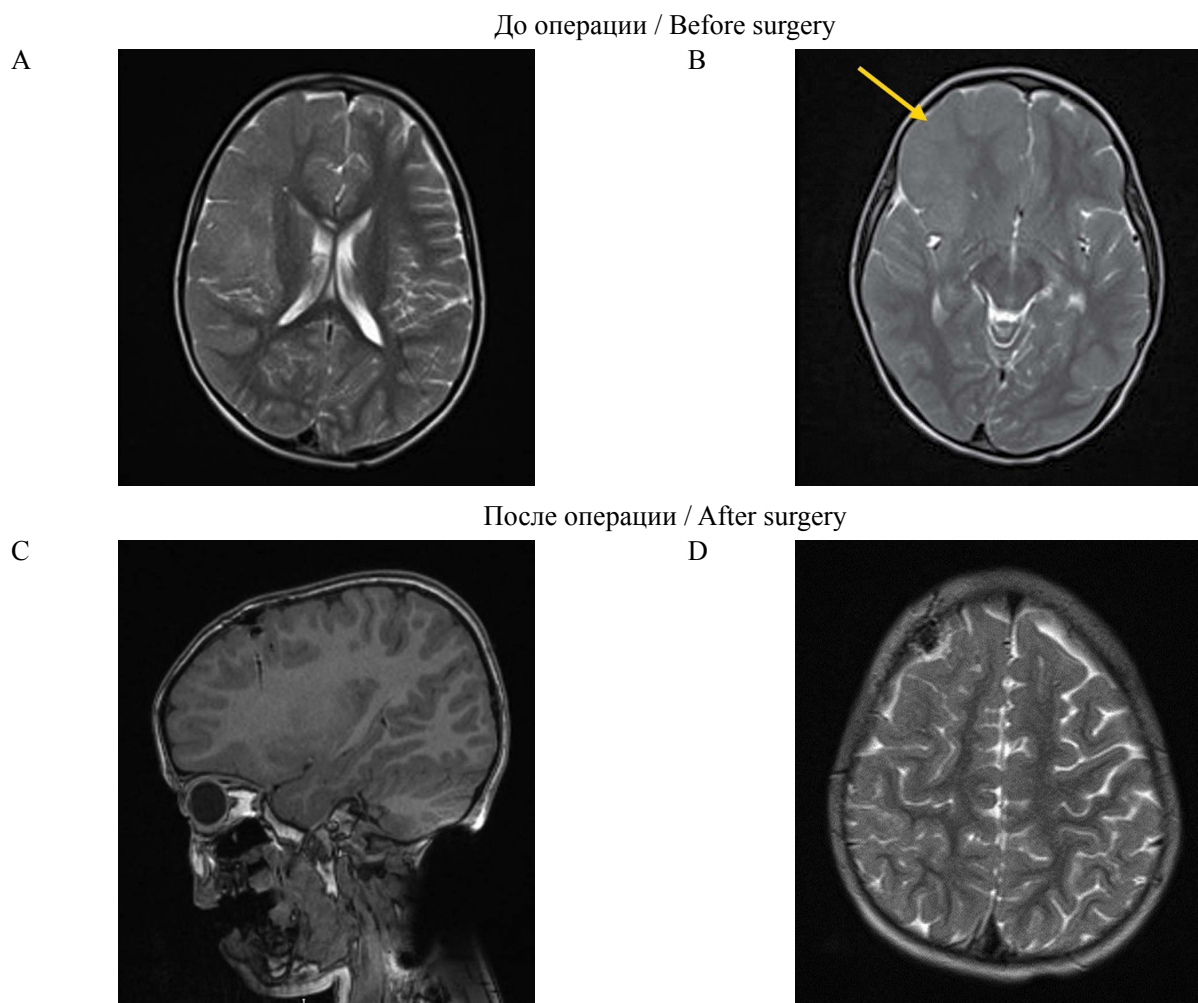


РИС. 1. Магнитно-резонансная томография головного мозга до и после операции. Т: 5,0 мм. L: 23,2 мм. Зона измененного сигнала указана желтой стрелкой.

FIG. 1. Magnetic Resonance Imaging of the brain before and after surgery. T: 5.0 mm. L: 23.2 mm. Zone of the changed signal is indicated by the yellow arrow.

При контрольной МРТ головного мозга (рис. 1С, 1D) в зоне стереотаксической лазерной деструкции эпилептогенных очагов гематом нет. В лобной, островковой долях справа (преимущественно в измененной кортикальной пластинке и субкортикальном белом веществе), коллене и передних отделах ствола мозолистого тела мелкие послеоперационные очаги ишемии с геморрагическими включениями.

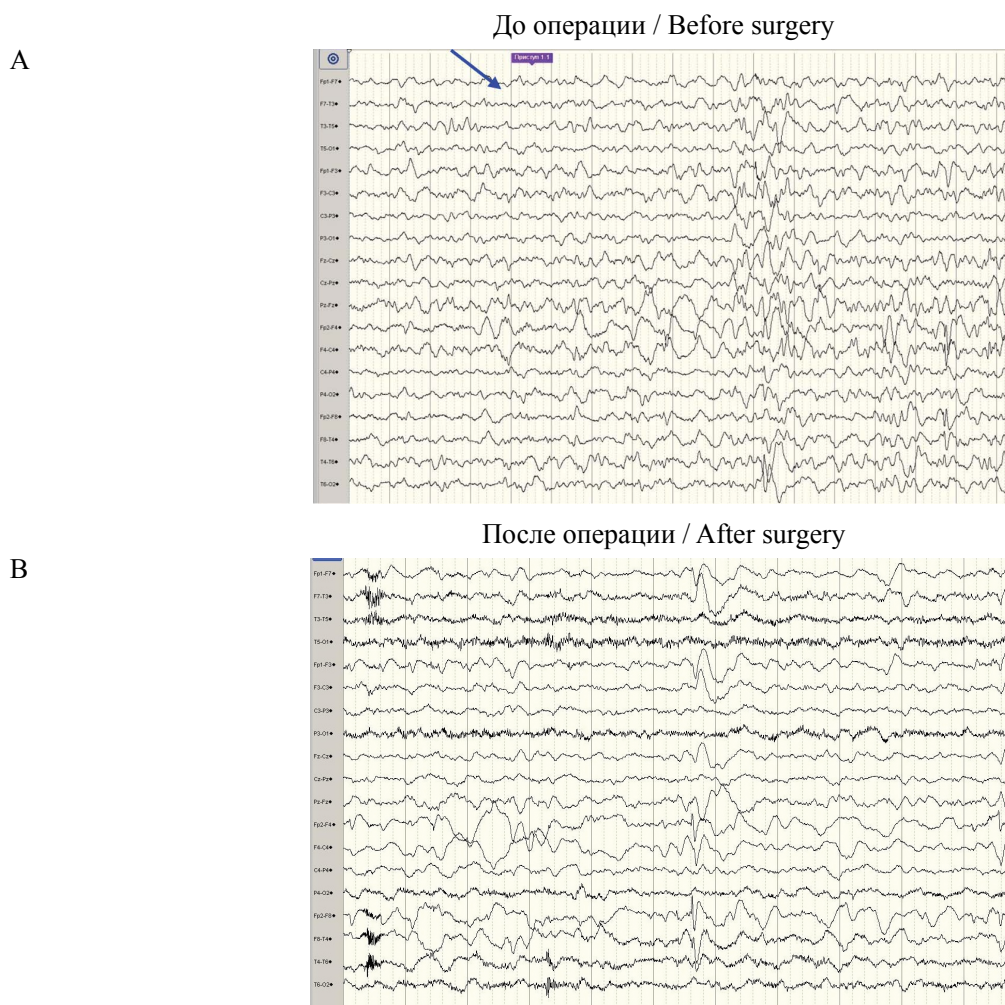
По данным видео-ЭЭГ-мониторинга отмечалась некоторая положительная динамика в виде редукции диффузной разрядной активности. За время пребывания в стационаре после операции – в течение 14 дней – эпизодов судорог не было.

Выполнено полноэкзомное секвенирование дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), выделенной из биоматериала периферической крови, на наличие варианта *_000008.10^G 68419028del / 633del, pGlu212LysfsTers* в гене *CRA6*. По результатам секвенса был обнаружен ранее не описанный вариант гетерозиготного состояния в 6-м экзоне гена *CRA6*.

ОБСУЖДЕНИЕ

Обнаруженная у пациента молекулярно-генетическая альтерация в гене *CRA6*, расположенном в локусе 8q13.2 длинного плеча восьмой хромосомы (OMIM 609562), обычно приводит к развитию одного из восьми возможных типов семейной височной эпилепсии 5-го типа с аутосомно-доминантным типом наследования. Известно, что ген *CRA6* ответствен за синтез фермента карбоксипепсидазы A6 (относится к подсемейству A/B металлокарбопептидаз M14), который расщепляет С-концевые гидрофобные аминокислоты из пептидов, связываясь с внеклеточным матриксом.

Мутации в гене *CRA6* были описаны еще в 1996 году С. Берковик и обнаруживаются при аутосомно-рецессивных фебрильных судорогах, ювенильной миоклонической эпилепсии. Ряд авторов объединяют мегалэнцефалию, ФКД и ГМЭ в качестве анатомических подмножеств единого порока развития коры с переменной экспрессивностью и серии



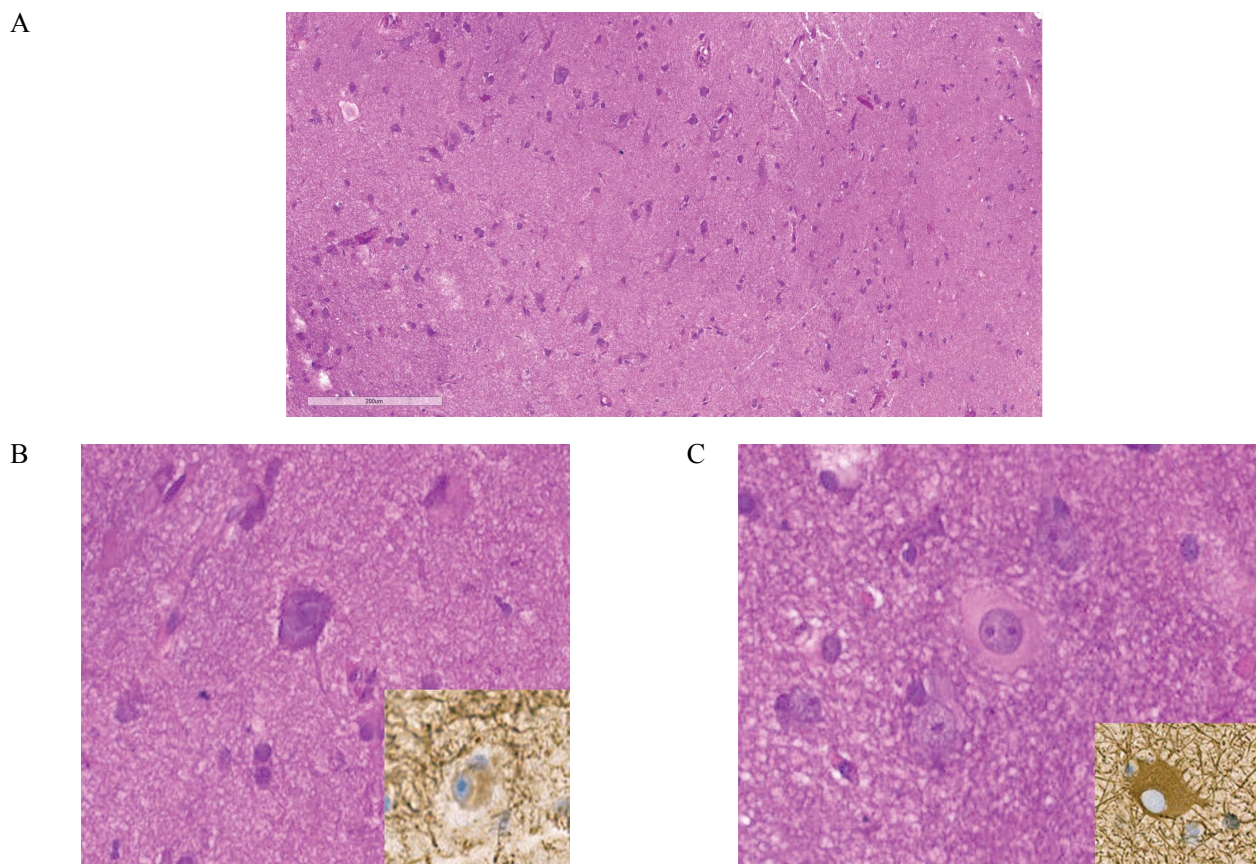


РИС. 3. Результаты гистологического исследования.

А. В области ГМЭ значительное расширение коры, сопровождающееся нарушением архитектоники. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$.

В. Дисморфный нейрон. Окраска гематоксилином и эозином, Накопление нейрофиламентов, иммуногистохимическое исследование, $\times 600$.

С. Баллонная клетка. Окраска гематоксилином и эозином, глияльным фибриллярным кислым белком, иммуногистохимическое исследование, $\times 600$.

FIG. 3. Histological examination results.

A. In the HME area, there is a significant expansion of the cortex, accompanied by a violation of the architectonics. Hematoxylin and Eosin Staining, $\times 200$.

B. Dysmorphic neuron. Hematoxylin and Eosin Staining, Accumulation of neurofilaments, immunohistochemical stain, $\times 600$.

C. Balloon cell. Hematoxylin and Eosin Staining, Glial fibrillary acidic protein (GFAP), immunohistochemical stain, $\times 600$.

На сегодня основным методом лечения ФРЭ при ГМЭ остается хирургическое вмешательство – функциональная гемисферотомия, которая купирует приступы у 65–85% пациентов в зависимости от патологического субстрата [5]. При этом когнитивные результаты обычно хуже, и в исследовании Global Pediatric Epilepsy Surgery Registry среди 45 детей после гемисферотомии около 43% имели среднее или слабое умственное развитие, 26% могли говорить соответственно возрасту, лишь 21% имел удовлетворительные навыки чтения. Более благоприятные когнитивные и лингвистические исходы наблюдались при резекции правого полушария и при более поздней манифестации эпилепсии [4].

В исследовании Ahsan N. V. Moosa при 6-летнем послеоперационном наблюдении 115 пациентов лишь у 56% пациентов не наблюдалось судорожных

припадков, при этом у 17% наблюдались моторные нарушения (невозможность самостоятельно передвигаться), 30% имели нарушения речи, 58% пациентов старше 6 лет не обладали навыками чтения, лишь 5% пациентов посещали обычные школы, все остальные нуждались в особом уходе [6, 7].

У нашего пациента в ближайшем послеоперационном периоде эпизодов судорог не отмечалось. Необходимо дальнейшее наблюдение с оценкой как неврологической картины, так и психического развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ГМЭ – редкий врожденный порок развития головного мозга, ассоциированный с ФРЭ и задержкой психического развития. Хирургическое лечение в объеме гемисферотомии остается приоритетным для купирования эпилепсии. Обнаруженная ассоциация ГМЭ и ФРЭ с альтерацией в гене

СРА6 позволяет расширить представления об изменении активации пути PI3K/AKT/mTOR как ключевого звена в патогенезе врожденной аномалии

ВКЛАД АВТОРОВ

Д.А. Мурзаева внесла основной вклад в разработку концепции статьи, подготовила текст и согласна принять на себя ответственность за все аспекты клинического наблюдения. Д.А. Ситовская внесла существенный вклад в разработку концепции статьи, в написание статьи, подготовила текст, иллюстративный материал. К.А. Султыгова, Д.Д. Сабанчиева, М.А. Киселева, О.П. Вербицкий принимали активное участие в проведении исследований пациента, подготовке материалов и описании клинического наблюдения. Ю.М. Забродская внесла значительные правки в статью, редактировала текст. Все авторы утвердили окончательную версию статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Pirozzi F., Berkseth M., Shear R., et al. Profiling PI3K-AKT-MTOR variants in focal brain malformations reveals new insights for diagnostic care. *Brain*. 2022 Apr 29; 145(3): 925–938. <https://doi.org/10.1093/brain/awab376>. PMID: 35355055.
2. Lee W.S., Baldassari S., Chipaux M., et al. Gradient of brain mosaic RHEB variants causes a continuum of cortical dysplasia. *Ann Clin Transl Neurol*. 2021 Feb; 8(2): 485–490. <https://doi.org/10.1002/acn3.51286>. Epub 2021 Jan 12. PMID: 33434304.
3. Jansen L.A., Mirzaa G.M., Ishak G.E., et al. PI3K/AKT pathway mutations cause a spectrum of brain malformations from megalencephaly to focal cortical dysplasia. *Brain*. 2015 Jun; 138(Pt 6): 1613–1628. <https://doi.org/10.1093/brain/awv045>. Epub 2015 Feb 25. PMID: 25722288.
4. Puka K., Jones M., Mathern G.W. Functional cognitive and language outcomes after cerebral hemispherectomy for

в представленном случае. Необходимо дальнейшее изучение генетических аномалий при данной патологии с целью разработки таргетной терапии.

AUTHORS CONTRIBUTIONS

Dzhamilia A. Murzaeva developed the main concept of the article, wrote the text, and agreed to take responsibility for all aspects of the article. Darya A. Sitovskaya developed the main concept of the article, made a significant contribution to the writing of the article. Kalimat A. Sultygova, Djennet D. Sabanchieva, Maria A. Kiseleva, Oleg P. Verbitskiy took active part in treatment of the patient, preparing materials and describing of the clinical case. Yulya M. Zabrodskaya reviewed and edited the text of the article. All authors approved the final version of the publication.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Мурзаева Джамиля Адильхановна , врач-патологоанатом, аспирант РНХИ им. проф. А.Л. Поленова – филиала НМИЦ им. В.А. Алмазова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2801-4485>

Ситовская Дарья Александровна, врач-патологоанатом, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории патоморфологии нервной системы РНХИ им. проф. А.Л. Поленова – филиала НМИЦ им. В.А. Алмазова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9721-3827>

Султыгова Калимат Арсановна, врач-невролог, врач-рентгенолог РНЦПХТ им. акад. А.М. Гранова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6256-8724>

Сабанчиева Дженнет Данияловна, врач-психиатр, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3185-5357>

Киселева Мария Александровна, студентка ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4081-3511>

Вербицкий Олег Петрович, канд. мед. наук, врач-нейрохирург СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница».

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4819-8303>

Забродская Юлия Михайловна, д-р мед. наук, заведующая научно-исследовательской лабораторией патоморфологии нервной системы РНХИ им. проф. А.Л. Поленова – филиала НМИЦ им. В.А. Алмазова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6206-2133>

 Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Dzhamilia A. Murzaeva , pathologist, postgraduate student, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery – branch of Almazov National Medical Research Centre.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2801-4485>

Darya A. Sitovskaya, pathologist, Researcher, Research Laboratory of Pathomorphology of the Nervous System, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery – branch of Almazov National Medical Research Centre.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9721-3827>

Kalimat A. Sultygova, neurologist, radiologist, Granov Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6256-8724>

Djennet D. Sabanchieva, psychiatrist, Tyumen State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3185-5357>

Maria A. Kiseleva, student, Tyumen State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4081-3511>

Oleg P. Verbitskiy, Cand. of Sci. (Medicine), neurosurgeon, City Mariinsky Hospital.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4819-8303>

Yulya M. Zabrodskaya, Dr. of Sci. (Medicine), Head of the Research Laboratory of Pathomorphology of the Nervous System, Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery – branch of Almazov National Medical Research Centre.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6206-2133>



Optimization of intraoperative ultrasound navigation during focal cortical dysplasia surgery: a case report

Keith Simfukwe¹, Albert A. Sufianov^{1,2,3,✉}

¹Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia

²Federal Centre of Neurosurgery, Tyumen

5, 4th km of Chervishevsky tract, Tyumen, 625032, Russia

³Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

6, Miklukho-Maklay str., Moscow, 117198, Russia

Abstract

Intraoperative ultrasound (IUS) is known to be an effective method for neuronavigation during surgical treatment of intractable seizures caused by focal cortical dysplasia (FCD). However, the 2-dimensional (2D) IUS has poor image quality and low spatial resolution. We describe via a case report how Ultrasound integrated Brainlab (BL) – Navigation software was used to optimize 2D IUS and thereby reduce these challenges.

Case report: We present a case report of a 22-year-old female patient with a long-standing history of seizures. The patient was treated with more than two anti-epileptic drugs without any clinical efficacy. In 2022 she was diagnosed with temporal lobe FCD. We performed a temporal lobe lesionectomy using optimized IUS BL-Navigation that provided enhanced 3-dimensional (3D) images.

Discussion: The extent of resection of the underlying FCD lesion is a key factor in determining whether a patient achieves meaningful seizure freedom after surgery. While the 2D IUS offers admirable characteristics that have been used as an aid during surgery, it is our view that IUS enhanced 3D BL-Navigation offers better appreciation of FCD lesions and therefore improves the extent of resection.

Keywords: drug-resistant epilepsy; neuronavigation; 2D ultrasound navigation; 3D ultrasound navigation; microsurgical technology

MeSH terms:

EPILEPSIES, PARTIAL – DIAGNOSTIC IMAGING

EPILEPSIES, PARTIAL – SURGERY

INTRAOPERATIVE NEUROPHYSIOLOGICAL MONITORING

ULTRASONOGRAPHY

For citation: Simfukwe K., Sufianov A.A. Optimization of intraoperative ultrasound navigation during focal cortical dysplasia surgery: a case report. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 12–19. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.12-19>

CONTACT INFORMATION:

Albert A. Sufianov, Dr. of Sci. (Medicine), Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Federal Centre of Neurosurgery; Head of the Department of Neurosurgery, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Professor, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University).

Address: 5, 4th km of Chervishevsky tract, Tyumen, 625032, Russia

Tel.: +7 (909) 190-24-65

E-mail: sufianov@gmail.com

Conflict of interests. The authors declare that there is no conflict of interests.

Financial support. The study was not sponsored (own resources).

Received: 15.08.2022

Accepted: 14.09.2022

Date of publication: 23.09.2022

УДК 616.853-089.166-07:615.073.431

Оптимизация интраоперационной ультразвуковой навигации при оперативном лечении очаговой кортикальной дисплазии: клинический случай

К. Симфукве¹, А.А. Суфианов^{1,2,3,✉}

¹ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)

ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Россия

²ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России

4-й км Червишевского тракта, д. 5, Тюмень, 625032, Россия

³ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия

Аннотация

Интраоперационное ультразвуковое исследование является эффективным методом нейронавигации при хирургическом лечении резистентных к терапии судорог у пациентов с фокальной кортикальной дисплазией (ФКД). Однако двумерное УЗИ имеет низкое качество изображения и пространственное разрешение. Представлен клинический случай оперативного лечения ФКД с применением программного обеспечения Brainlab (BL)-Navigation, интегрированного с ультразвуком.

Описание случая. Представлен клинический случай 22-летней пациентки с длительным анамнезом судорог. Лечение более чем двумя противосудорожными препаратами было неэффективным. В 2022 году установлен диагноз ФКД височной доли. Мы выполнили удаление пораженного участка височной доли с использованием оптимизированного УЗИ с BL, позволяющего получить улучшенные трехмерные (3D) изображения.

Обсуждение. Объем резекции при оперативном лечении ФКД – ключевой фактор эффективности лечения приступов эпилепсии. Несмотря на то что двумерное УЗИ широко используется в практике и обладает приемлемыми характеристиками, на наш взгляд, УЗИ с BL позволяет лучше оценить объем ФКД и, следовательно, точнее определить объем резекции.

Ключевые слова: фармакорезистентная эпилепсия; нейронавигация; 2D ультразвуковая навигация; 3D ультразвуковая навигация; микрохирургическая технология

Рубрики MeSH:

ЭПИЛЕПСИИ ФОКАЛЬНЫЕ – ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

ЭПИЛЕПСИИ ФОКАЛЬНЫЕ – ХИРУРГИЯ

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

УЛЬТРАСОНОГРАФИЯ

Для цитирования: Симфукве К., Суфианов А.А. Оптимизация интраоперационной ультразвуковой навигации при оперативном лечении очаговой кортикальной дисплазии: клинический случай. Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 12–19. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.12-19>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Суфианов Альберт Акрамович, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный врач ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России; зав. кафедрой нейрохирургии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); профессор ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов».

Адрес: 4-й км Червишевского тракта, д. 5, Тюмень, 625032, Россия

Тел.: +7 (909) 190-24-65

E-mail: sufianov@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки (собственные ресурсы).

Поступила: 15.08.2021

Принята: 14.09.2021

Дата печати: 23.09.2022

List of abbreviations

FCD – focal cortical dysplasia
IUS – intraoperative ultrasound

BL – Brainlab
MRI – magnetic resonance imaging
EEG – electroencephalogram

Focal cortical dysplasia (FCD) is a common cause of seizures in adults and is known to be the main cause of focal intractable epilepsy in children, accounting for up to 50% of cases in paediatric epilepsy surgery. Attaining adequate seizure control with consequent chance for normal cognitive development are the goals of surgical intervention in the management of refractory epilepsy with underlying histological evidence of cortical dysplasia [1–3]. However, one of the necessities required during the surgical resection of the offending lesion is the ability to distinguish clearly between the atypical tissue and normal brain. These tissues are hardly differentiated from one another. Intraoperative neuronavigation is therefore essential not only to discriminate between abnormal and normal tissue but also ascertain lesion dimensions and identify vital neurovascular structures.

Intraoperative ultrasound (IUS) is an imaging modality that has been purported to efficiently circumvent these challenges. The ability to acquire real-time images at any stage of the procedure while counteracting the element of brain shift are palpable benefits of using IUS [4–8]. It is also quicker to perform than other imaging navigation modalities. Institutions are also spared from huge budgetary constraints as it is considerably economically cost effective [9, 10].

Despite the overwhelming advantages of using IUS, it is not without flaws. The two-dimensional (2D) IUS systems have poor image quality, lack of spatial resolution and dynamic range. Additionally, due to the steep learning curve, many neurosurgeons are usually unable to confidently read 2D IUS views. IUS artifacts at the bottom of the resection cavity make it difficult in visualizing lesion boundaries which in turn results in insufficient visualization of lesion residue.

Here-in, we discuss the technical nuances via a case of intractable epilepsy secondary to FCD type II of enhancing 2D IUS navigation by integrating (co-registering) it with pre-operative magnetic resonance imaging (MRI) in Brainlab (BL) navigation (Brainlab Digital O.R. Brainlab AG, Germany) to archive 3D IUS views. BL a form of frameless stereotactic surgery provides intraoperative guidance in real-time. This greatly improves precision needed to archive safe but adequate resection of intra axial lesions.

CASE REPORT

A 22-year-old female presented early 2022 to our institution (Federal Centre of Neurosurgery, Tyumen, Russia) with a long-standing history of bilateral tonic-clonic focal onset epileptic seizures twice a week. Over the course of her condition, she was placed on more than

two anti-epileptic drugs: Lamotrigine (200 mg BD PO), Carbamazepine (400 mg BD PO) Topiramate (100 mg BD PO), Levetiracetam (750 mg BD PO), Oxcarbazepine (600 mg BD PO) without meaningful seizure relief. Her neonatal, developmental, past medical, and surgical histories were unremarkable.

The patient underwent a full range of pre-surgical examination by a team of epilepsy specialists: neurosurgeons, neuro-epileptologists, neuropsychiatrists, neurologists, speech therapists and neuro-radiologists according to current clinical guidelines.

Preoperative evaluation***Electroencephalogram***

Long-term video electroencephalogram (EEG) monitoring (8 days) using 64 scalp electrodes (10-10) was used to record epileptiform activity. Epileptiform activity during the interictal phase, were detected in the form of periodic single and grouped series of spike-wave discharges localized in the right posterior temporal region emanating from leads T6 and TP8. During the ictal phase (left sided head tilt, a deviation of the mouth to the left, with subsequent generalized tonic-clonic convulsions) the epileptiform activity emanated from TP8 origin. Ultimately, the right posterior temporal area TP8 was identified as the seizure onset zone (I.1).

Magnetic resonance imaging

Pre-operative 1.5Tesla MRI (Epilepsy Protocol) was used. On FLAIR, an intra-axial lesion (2.9 × 1.9 cm) was depicted in the posterior sections of the right temporal lobe, on the border of the middle and inferior temporal gyri, typical of cortical dysplasia (characteristic thickening of the cortex, blurring of the contours of the gray-white matter junction, as well as with the presence of a typical trans mantle dysplasia. These findings provided correlation between the lesion defined in the MRI examination, seizure semiology and EEG monitorization to demonstrate the association between the epileptic focus and the lesion.

Diagnosis

The diagnosis was made by a panel of neurosurgeons, neuroepileptologists, neuropsychiatrists, neurologists, speech therapists, and neuroradiologists: Structural focal epilepsy. Bilateral tonic-clonic focal onset epileptic seizures. Drug-resistant form. FCD of the right frontal lobe (ICD-10 G40.2).

The decision was made to perform right temporal lobe lesionectomy using optimized IUS with BL as neuronavigation.

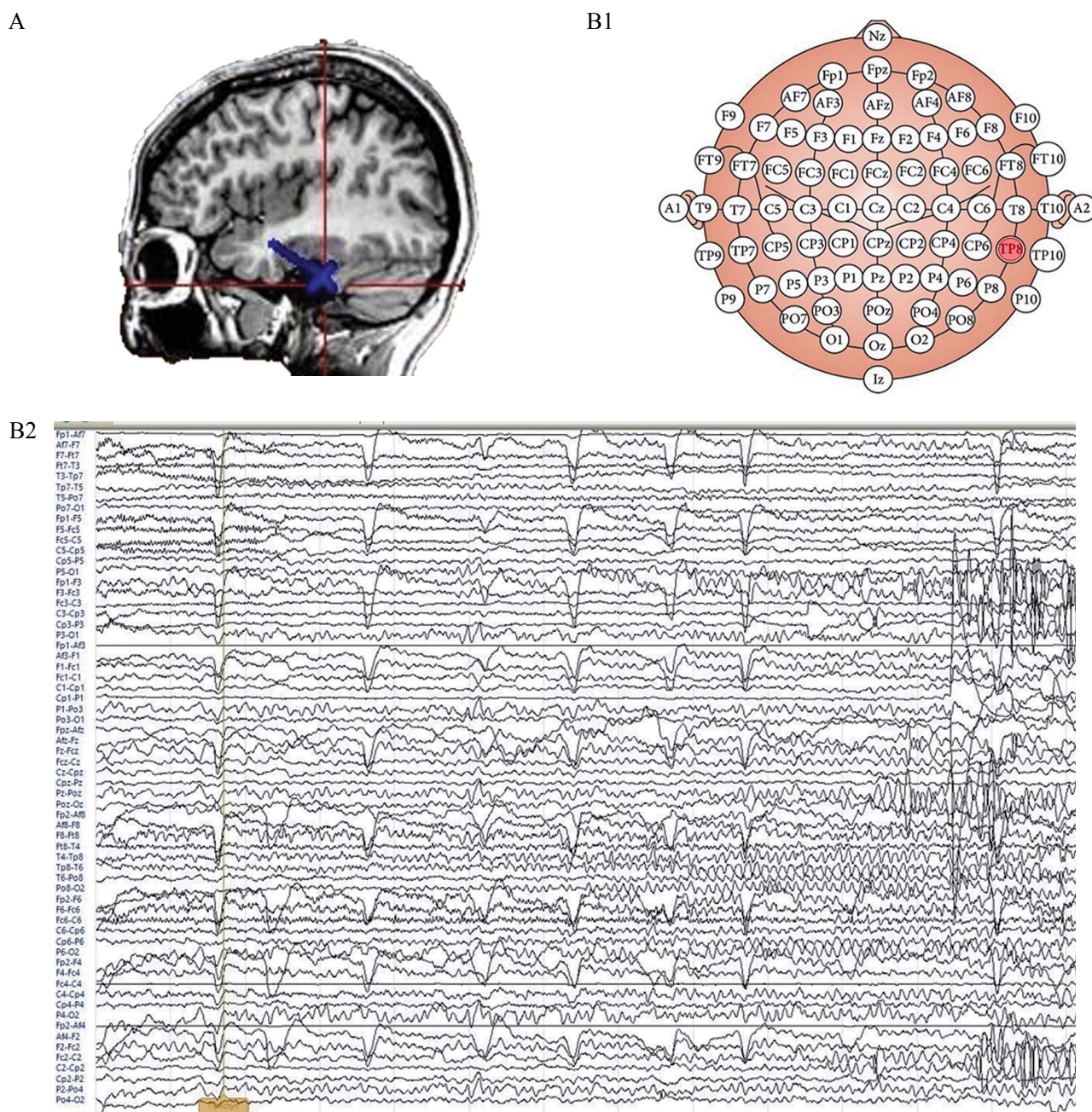


FIG. 1. Location of the epileptogenic zone on the electroencephalogram. A – location of the epileptogenic zone in the right temporal lobe (the blue arrow). B1, B2 – the zone during the ictal period was represented on the electroencephalogram by periodic single and grouped spike-wave discharges, localized in the right posterior temporal region – in lead TP8.

РИС. 1. Локализация эпилептогенной зоны на электроэнцефалограмме. А – локализация эпилептогенной зоны в правой височной области (синяя стрелка). В1, В2 – зона иктального периода на электроэнцефалограмме, представленная периодическими одиночными и сгруппированными в серии разрядами спайк-волн, локализованных в правой задней височной области в отведении TP8.

Integrated 2D intraoperative ultrasound with Brainlab

We used Two-dimensional (2D) FlexFocus 800 IUS (BK Medical, Denmark) as frameless neuronavigation (Figure 2C). A craniotomy localizer (Craniotomy 8862) was attached to a Linear-type convex transducer IUS probe (29×10 mm, 3.8–10 MHz). The localizer was used

to affix the ultrasonic transducers in a pre-set location (Figure 2E). The patient's MRI (Epilepsy protocol) was then uploaded onto the BL navigation system. Thereafter, the IUS was connected to the BL station and images were merged using the ultrasound BL program. Live 2D ultrasound images were then overlaid on preoperative MRI patient data to enable for precise correlation of

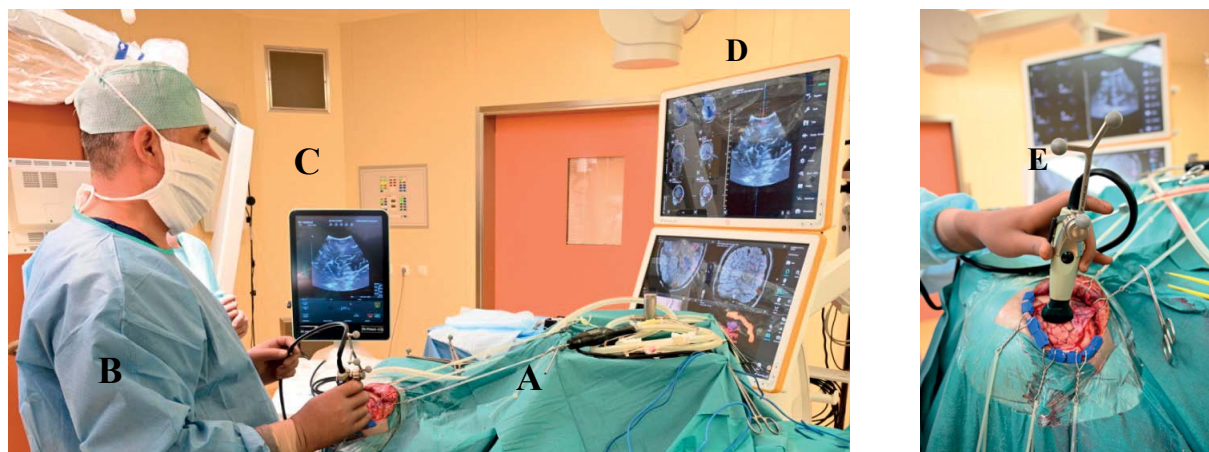


FIG. 2. Intraoperative set up.

- A. Patient positioned and fixed on Mayfield clamps.
- B. Neurosurgeon position.
- C. 2D intraoperative ultrasound monitor.
- D. Brainlab double screen with 3D images.
- E. Ultrasound transducer (Craniotomy 8862) with Brainlab neuronavigation imaging.

РИС. 2. Вид операционной во время процедуры.

- A. Положение пациента на операционном столе с фиксацией головы в скобе Mayfield.
- B. Положение нейрохирурга.
- C. Монитор для 2D-интраоперационного ультразвукового изображения.
- D. Двойной экран Brainlab с 3D-изображениями.
- E. Ультразвуковой датчик (Craniotomy 8862) с нейронавигационными метками Brainlab.

the intraoperative status of the lesion. After which, the volumetric dataset was accessible for 3D navigation in any reconstructed view. Ultrasound data was visualized with better quality images (920×1080 pixels) using BL IUS software in 3D (Figure 2D). The reconstructed 3D images could be reviewed in real time in coronal, sagittal and axial planes.

Surgical procedure

Integrated 2D intraoperative ultrasound plus the 3D Brainlab

The lead surgeon was Professor Albert Akramovich Sufianov. The 2D plus the 3D BL ultrasound scanner was used as a navigation to determine the location of the pathological focus, the structure and echogenicity of the pathological tissue in relation to the surrounding normal brain (Figures 3A, B1, B2, C). Elements of brain shift, lesion size and residue, were looked out for during the procedure clearly identified and evaluated. Microsurgical removal of epileptogenic tissue was performed following the boundaries of the lesion (Figure 3D).

Post-Operative evaluation

Early post-operative MRI images were conducted to ascertain the extent of resection and lesion residue (Figure 3E1, 3E2). MRI findings showed gross total resection of the lesion. Histological findings were consistent with FCD type IIb (G40.2) (Figure 4).

Post-operative follow-up was conducted by neurologist, neuro-epileptologist and neurosurgeons on

the 1st, 3rd, and 6th month. The patient remained seizure-free at a 6-month follow-up (Engel I) while being maintained on a single antiepileptic drug: oxcarbazepine (600 mg BD PO).

DISCUSSION

An important clinical issue is the current inability to effectively treat many patients with refractory epilepsy caused by FCD. The main task during epilepsy surgery is to safely resect the lesion while preserving meaningful neurological faculties in the patient. The statistically significant predictor of post-operative seizure freedom is the completeness of resection. One commonly encountered explanation for incomplete resection is the inaccurate localization of the diseased tissue which is exacerbated by brain shifting that may occur at numerous stages during surgery, from the opening of dura mater, as tissue is resected and potentially throughout surgery. This is even more critical in patients with FCD as the extent of resection greatly influences postsurgical seizure outcome [11].

The use of IUS as a navigational tool in epilepsy surgery has greatly increased over the past decade [12, 13]. This has led to the development of improved and optimized solutions to the IUS images acquired during surgery. It is our opinion that the integrated 2D IUS and ultrasound installed BL systems using pre-operative MRI gives better appreciation of the lesion dimensions in the axial, coronal and sagittal planes 3D views, which can improve the extent of resection

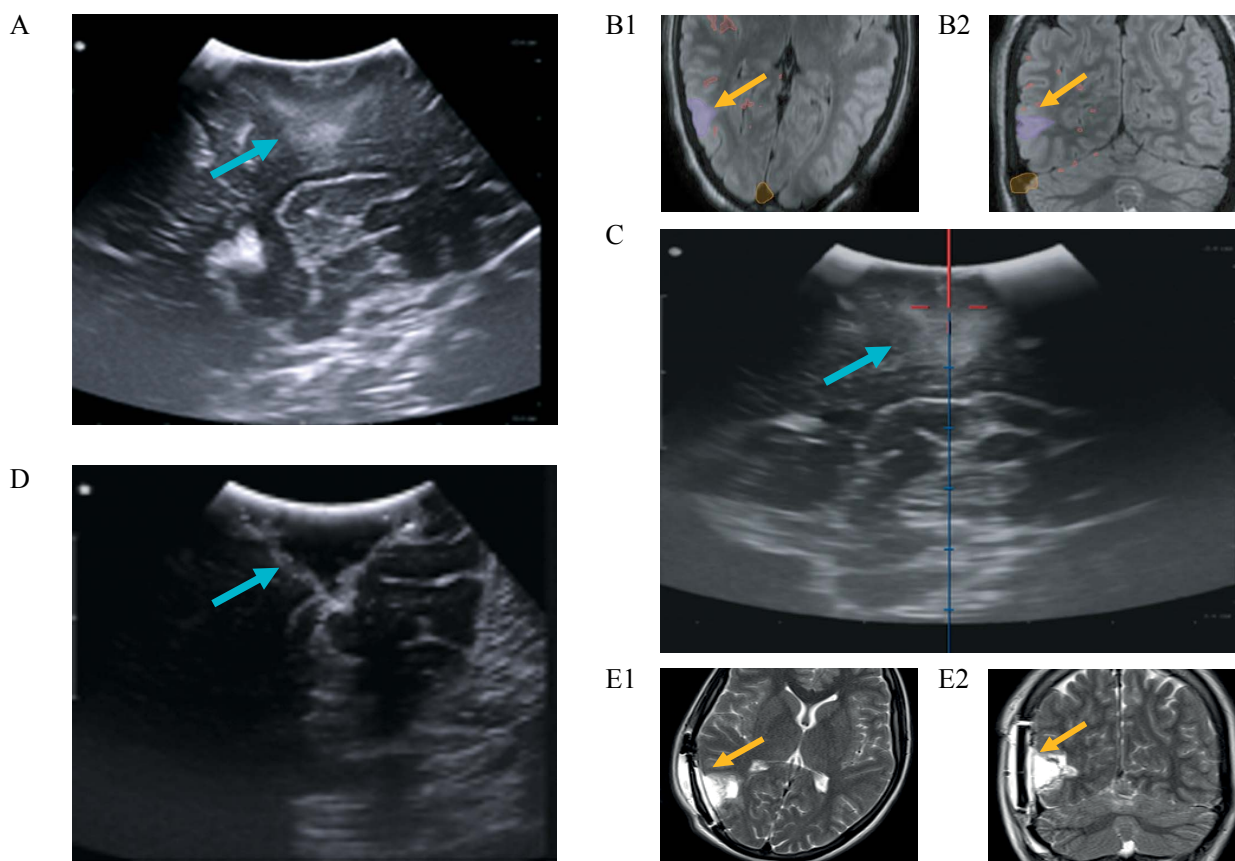


FIG. 3. Integrated 2D intraoperative ultrasound plus the 3D Brainlab.

A. IUS image of hyperechoic FCD lesion with transmantal dysplasia extending to close proximity to the ventricle (blue arrow). B1, B2, C. Axial and Coronal preoperative MRI (yellow arrows) integrated with Brainlab showing an optimised view of FCD lesion (blue arrow).

D. IUS image depicting total resection of the FCD lesion (blue arrow).

E1, E2. Post operative MRI in Axial and Coronal views of the operative cavities (yellow arrows).

Notes. FCD – focal cortical dysplasia, IUS – intraoperative ultrasound, BL – Brainlab, MRI – magnetic resonance imaging.

РИС. 3. Интегрированное интраоперационное 2D-ультразвуковое исследование плюс 3D Brainlab.

A. УЗ-изображение гиперэхогенного участка ФКД с трансмантиальной дисплазией, простирающейся по направлению к желудочку (голубая стрелка).

B1, B2, C. Аксиальная и коронарная проекции на предоперационных снимках МРТ (желтые стрелки), интегрированных с нейронавигационными изображениями Brainlab, дающие оптимизированное изображение ФКД (голубая стрелка).

D. УЗ-изображение, показывающее полную резекцию ФКД (голубая стрелка).

E1, E2. Послеоперационная МРТ в аксиальной и коронарной проекции оперируемых полостей (желтые стрелки).

and the post-operative outcomes. This makes image interpretation easier because one may utilize the MRI image to better understand the US image and the general layout of the operating room.

Additionally, the use of ultrasound navigation software with BL systems integration enables the scanning and reconstruction of 3D ultrasound data noticeably faster than with intraoperative MRI, and this allows that the surgery is quicker and more efficient; this means that the surgical workflow is practically uninterrupted [14, 15]. In a study carried out at their institution, Sacino et al. investigated the use of intraoperative MRI and found that it increased the length of the procedure by 1.5 to 3 hours. The main elements that contributed to the need for more operating time included the patient's

preparation, transportation, performing MRI, and return as well as the re-sterilization and re-gowning of the patient, nurses, and surgeon while returning in the operating room.

Irrespective of the user's level of IUS modality expertise, the BL automated view layouts are designed for ultrasound interpretation, making it easier to analyse ultrasound data, and thus even with minimum experience, junior surgeons can localize FCD lesions. We have been using IUS and IUS with BL systems integration at our centre for over 10 years and over 8 years, respectively. The lengthy learning curve of the initial phase can be significantly reduced with the usage of IUS with BL systems integration. Even though we observed the easy facility for the least experienced surgeons, blood

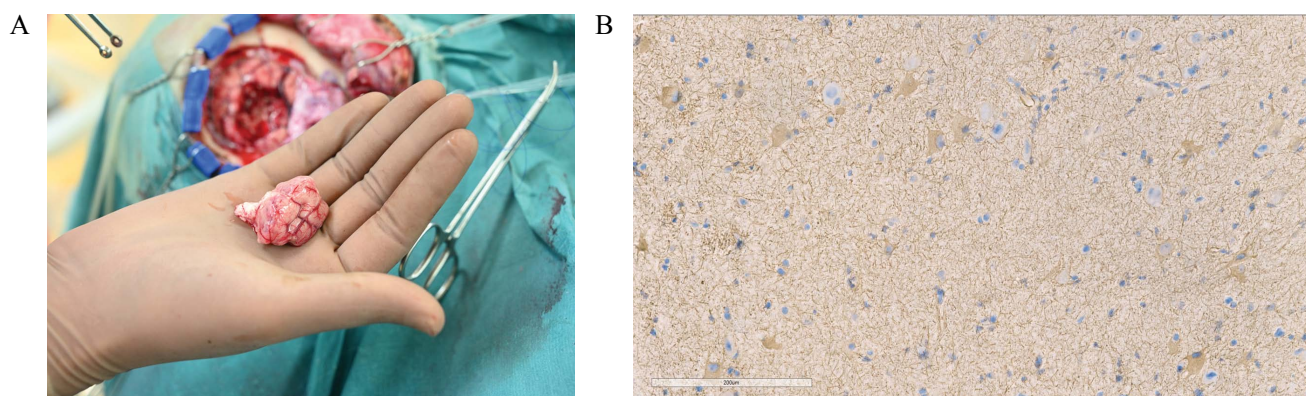


FIG. 4. Histological findings.

A. Macroscopic dysplastic cortical sample submitted for histopathology (FCD II).

B. Histological features FCD. IHC with vimentin in Balloon cells. Magnification $\times 400$.

РИС. 4. Гистологическая характеристика.

A. Макроскопический образец диспластической коры головного мозга, отправленный на гистопатологическое исследование (ФКД II).

Б. Иммуногистохимическое окрашивание виментином в баллонных клетках. Увеличение $\times 400$.

products, and oedema can make residue interpretation a challenge.

The clinical postoperative outcome was not directly impacted by only using BL combined with IUS. However, the authors believe that the positive postoperative result was most likely influenced by the usage of IUS [16]. These results are equivalent to those attained when even more expensive neuronavigation tools (IMRI and ICT) are used.

Compliance with ethical standards

Consent statement. The patient has consented to the publication of the article “Optimization of intraoperative ultrasound navigation during focal cortical dysplasia surgery: a case report” in the Sechenov Medical Journal.

AUTHORS CONTRIBUTIONS

Albert A. Sufianov carried out the surgical procedure described in the presented clinical case, made a major contribution to the conception and design, and supervised the scientific article writing and editing process; Keith Simfukwe participated in the development of the conception and design of the publication, preparation of materials, writing and editing the text, as well as the preparation of the illustrations. All authors approved the final version of the article and are ready to take responsibility for all aspects of the submitted publication.

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

1. Liang S., Wang S., Zhang J., et al. Long-term outcomes of epilepsy surgery in school-aged children with partial epilepsy. *Pediatr Neurol.* 2012 Oct; 47(4): 284–290. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2012.06.014>. PMID: 22964443.
2. Shurtliff H.A., Barry D., Firman T., et al. Impact of epilepsy surgery on development of preschool children: identification of a cohort likely to benefit from early intervention. *J Neurosurg Pediatr.* 2015 Oct; 16(4): 383–392. <https://doi.org/10.3171/2015.3.PEDS14359>. Epub 2015 Jul 3. PMID: 26140458.
3. Skirrow C., Cross J.H., Owens R., et al. Determinants of IQ outcome after focal epilepsy surgery in childhood: A longitudinal case-control neuroimaging study. *Epilepsia.* 2019 May; 60(5): 872–884. <https://doi.org/10.1111/epi.14707>. Epub 2019 Apr 10. PMID: 30968956.
4. Akeret K., Bellut D., Huppertz H.J., et al. Ultrasonographic features of focal cortical dysplasia and their relevance for epilepsy surgery. *Neurosurg Focus.* 2018 Sep; 45(3): E5. <https://doi.org/10.3171/2018.6.FOCUS18221>. PMID: 30173618.

CONCLUSION

IUS undoubtedly meets the criteria to be regarded as a good neurosurgical planning tool. The optimization of IUS with BL is a noninvasive imaging modality that offers better appreciation of FCD lesions and therefore better quality in the extent of resection. The application of these navigational tools greatly aids the reduction of seizure burden and meaningful postoperative clinical outcome.

Соблюдение этических норм

Заявление о согласии. Пациент дал согласие на публикацию статьи «Оптимизация интраоперационной ультразвуковой навигации при оперативном лечении очаговой кортикальной дисплазии: клинический случай» в журнале «Сеченовский вестник».

ВКЛАД АВТОРОВ

А.А. Суфианов выполнил хирургическую операцию, описанную в представленном клиническом случае, внес основной вклад в концепцию и дизайн, а также руководил процессом написания и редактирования статьи. К. Симфукве участвовал в разработке концепции и дизайна статьи, подготовке материалов, написании и редактировании текста, а также подготовке иллюстраций. Все авторы одобрили окончательный вариант статьи и готовы взять на себя ответственность за все аспекты представленной публикации.

- 5 Martinoni M., Marucci G., Meletti S., et al. Ultrasound assisted awake epilepsy surgery for type IIB focal cortical dysplasia in eloquent areas. *J Neurosurg Sci.* 2021 Feb; 65(1): 75–77. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.17.04186-8>. Epub 2017 Sep 28. PMID: 28959876.
- 6 Miller D., Carney P., Archer J.S., et al. Intraoperative definition of bottom-of-sulcus dysplasia using intraoperative ultrasound and single depth electrode recording – A technical note. *J Clin Neurosci.* 2018 Feb; 48: 191–195. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.10.045>. Epub 2017 Nov 11. PMID: 29137921.
- 7 Miller D., Knake S., Menzler K., et al. Intraoperative ultrasound in malformations of cortical development. *Ultraschall Med.* 2011 Dec; 32 Suppl 2: E69–74. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1273490>. Epub 2011 Jul 20. PMID: 21776582.
- 8 Tringali G., Bono B., Dones I., et al. Multimodal approach for radical excision of focal cortical dysplasia by combining advanced magnetic resonance imaging data to intraoperative ultrasound, electrocorticography, and cortical stimulation: A preliminary experience. *World Neurosurg.* 2018 May; 113:e 738–e746. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.02.141>. Epub 2018 Mar 3. PMID: 29510282.
- 9 Cheng-Chia Lee., Chun-Fu Lin., Hsiang-Yu Yu., et al. Applications of intraoperative ultrasound in epilepsy surgery for focal cortical dysplasia. *Journal of Medical Ultrasound.* 2014; 22(1): 43–46. <https://doi.org/10.1016/j.jmu.2014.02.004>.
- 10 Bayer S., Maier A., Ostermeier M., Fahrig R. Intraoperative imaging modalities and compensation for brain shift in tumor resection surgery. *Int J Biomed Imaging.* 2017; 2017: 6028645. <https://doi.org/10.1155/2017/6028645>. Epub 2017 Jun 5. Erratum in: *Int J Biomed Imaging.* 2019 Oct 1;2019:9249016. PMID: 28676821.
- 11 Sastry R., Bi W.L., Pieper S., et al. Applications of ultrasound in the resection of brain tumors. *J Neuroimaging.* 2017 Jan; 27(1): 5–15. <https://doi.org/10.1111/jon.12382>. Epub 2016 Aug 19. PMID: 27541694.
- 12 Prada F., Gennari A.G., Quaiia E., et al. Advanced intraoperative ultrasound (ioUS) techniques in focal cortical dysplasia (FCD) surgery: A preliminary experience on a case series. *Clin Neurol Neurosurg.* 2020 Nov; 198: 106188. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2020.106188>. Epub 2020 Aug 26. PMID: 32956988.
- 13 Krsek P., Maton B., Jayakar P., et al. Incomplete resection of focal cortical dysplasia is the main predictor of poor postsurgical outcome. *Neurology.* 2009 Jan 20; 72(3): 217–223. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000334365.22854.d3>. Epub 2008 Nov 12. PMID: 19005171.
- 14 Roessler K., Kasper B.S., Heynold E., et al. Intraoperative magnetic-resonance tomography and neuronavigation during resection of focal cortical dysplasia type ii in adult epilepsy surgery offers better seizure outcomes. *World Neurosurg.* 2018 Jan; 109: e43–e49. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.100>. Epub 2017 Sep 23. PMID: 28951272.
- 15 Terra V.C., Thomé U., Rosset S.S., et al. Surgery for focal cortical dysplasia in children using intraoperative mapping. *Childs Nerv Syst.* 2014 Nov; 30(11): 1839–1851. <https://doi.org/10.1007/s00381-014-2459-7>. Epub 2014 Oct 9. PMID: 25296545.
- 16 Algethami H., Poghossyan V., Baksh E., Alhameed M. Focal cortical dysplasia and generalized epileptiform discharges: case report and literature review. *Med Arch.* 2021 Dec; 75(6): 462–466. <https://doi.org/10.5455/medarh.2021.75.462-466>. PMID: 35169375.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS / ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Keith Simfukwe, postgraduate student in neurosurgery, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Federal Centre of Neurosurgery.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3611-3720>

Albert A. Sufianov✉, Dr. of Sci. (Medicine), Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Federal Centre of Neurosurgery; Head of the Department of Neurosurgery, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Professor, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>

Кейт Симфукве, аспирант по специальности «Нейрохирургия» ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3611-3720>

Суфианов Альберт Акрамович✉, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный врач ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России; зав. кафедрой нейрохирургии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); профессор ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов».
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>

✉ Corresponding author / Автор, ответственный за переписку



Age- and sex-related dynamics of structural and functional motor behaviour interactions in striatum neurons in rats

Varvara A. Kudryavtseva, Aleksandra V. Moiseeva, Svetlana G. Mukhamedova,
Gennadii A. Piavchenko✉, Sergey L. Kuznetsov

*Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)
8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia*

Abstract

Aim. To study the age-related dynamics of structural and functional interactions of striatal neurons in the implementation of acts of motor behaviour in rats of both sexes.

Materials and methods. The study was carried out on 36 Wistar rats of both sexes aged 2, 7 and 16 months ($n = 6$ per group). In animals of all groups, locomotor activity was determined using a Laboras device (Metris, the Netherlands) for 15 minutes, after which the brain was sampled to determine the number and size of neurons in the striatum. The median and interquartile range of the index of motor activity and the number of neurons were determined, and to study the relationship between these indicators, a correlation and regression analysis was performed with the construction of linear and polynomial trends, and the coefficient of determination R^2 was calculated.

Results. The size of neurons did not change significantly with age in the rats of both sexes. The number of neurons differed statistically in the rats of different sexes in all age groups. In male rats, the maximum number of neurons was noted at the age of 7 months with a decrease to 16 months. In female rats, the maximum number of neurons was recorded at the age of 2 months with a further decrease to 7 and 16 months. According to the regression analysis, a linear strong relationship ($R^2 = 0.80$ for males, $R^2 = 0.79$ for females) was established between the number of neurons in the striatum and motor activity in 2-month-old animals. At the age of 7 and 16 months the relationship is non-linear.

Conclusion. The number of neurons in the striatum is subject to sex and age dynamics, while their size remains unchanged from 2 to 16 months. For animals of both sexes, a decrease in the role of the striatum in providing motor activity in the process of growing up was noted. This relationship reaches its maximum in 2-month-old rats and then decreases.

Keywords: motor acts; striatum; morpho-functional interactions; behavioral reactions; age neuromorphology

MeSH terms:

CORPUS STRIATUM – ANATOMY & HISTOLOGY

CORPUS STRIATUM – PHYSIOLOGY

MOTOR ACTIVITY – PHYSIOLOGY

NEURONS – PHYSIOLOGY

SEX FACTORS

For citation: Kudryavtseva V.A., Moiseeva A.V., Mukhamedova S.G., Piavchenko G.A., Kuznetsov S.L. Age- and sex-related dynamics of structural and functional motor behavior interactions in striatum neurons in rats. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 20–29. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.20-29>

CONTACT INFORMATION:

Gennadii A. Piavchenko, Cand. of Sci. (Medicine), Associate Professor, Histology, Cytology and Embryology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

Address: 8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia

Tel.: +7 (953) 614-40-40

E-mail: gennadii.piavchenko@staff.sechenov.ru

Conflict of interests. The authors declare that there is no conflict of interests.

Financial support. The study was sponsored by JSC “Retinoids”.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to Prof. V.I. Nozdrin and Assoc. Prof. L.I. Shmarkova for helpful discussions of the obtained data.

Received: 12.08.2022

Accepted: 29.08.2022

Date of publication: 23.09.2022

УДК 611.813.2:612.815

Возрастная динамика структурно-функциональных взаимодействий нейронов стриатума в реализации актов двигательного поведения у крыс обоего пола

В.А. Кудрявцева, А.В. Моисеева, С.Г. Мухамедова, Г.А. Пьявченко[✉], С.Л. Кузнецов

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет

имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет)

ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Россия

Аннотация

Цель. Изучить возрастную динамику структурно-функциональных взаимодействий нейронов стриатума в реализации актов двигательного поведения у крыс обоего пола.

Материалы и методы. Исследование проведено на 36 крысах линии Wistar обоего пола возрастом 2, 7 и 16 месяцев ($n = 6$ в группе). У животных всех групп определяли двигательную активность с помощью прибора Laboras (Metris, Нидерланды) в течение 15 мин., после чего осуществляли забор мозга с целью определения количества и размеров нейронов в стриатуме. Определяли медиану и интерквартильный размах показателя двигательной активности и количества нейронов; для изучения связи этих показателей проводили корреляционный и регрессионный анализ с построением линейных и полиномиальных трендов, вычислялся коэффициент детерминации R^2 .

Результаты. Размеры нейронов с возрастом значительно не изменялись у крыс обоего пола. Число нейронов статистически отличалось у крыс разного пола во всех возрастных группах. У крыс-самцов максимальное число нейронов отмечено в возрасте 7 мес. со снижением к 16 мес. У крыс-самок максимальное число нейронов зарегистрировано в возрасте 2 мес. с дальнейшим снижением к 7 и 16 мес. По данным регрессионного анализа установлена линейная сильная связь ($R^2 = 0,80$ для самцов, $R^2 = 0,79$ для самок) между количеством нейронов в стриатуме и двигательной активностью у 2-месячных животных. В возрасте 7 и 16 мес. связь имеет нелинейный характер.

Заключение. Количество нейронов в стриатуме подвержено половой и возрастной динамике, в то время как их размер остается неизменным с 2 до 16 мес. Для животных обоего пола отмечено снижение роли стриатума в обеспечении двигательной активности в процессе взросления. Эта связь максимальна у 2-месячных крыс и в дальнейшем снижается.

Ключевые слова: двигательные акты; стриатум; морфофункциональные взаимодействия; поведенческие реакции; возрастная нейроморфология

Рубрики MeSH:

ПОЛОСАТОЕ ТЕЛО – АНАТОМИЯ И ГИСТОЛОГИЯ

ПОЛОСАТОЕ ТЕЛО – ФИЗИОЛОГИЯ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ – ФИЗИОЛОГИЯ

НЕЙРОНЫ – ФИЗИОЛОГИЯ

ПОЛОВЫЕ ФАКТОРЫ

Для цитирования: Кудрявцева В.А., Моисеева А.В., Мухамедова С.Г., Пьявченко Г.А., Кузнецов С.Л. Возрастная динамика структурно-функциональных взаимодействий нейронов стриатума в реализации актов двигательного поведения у крыс обоего пола. Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 20–29. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.20-29>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Пьявченко Геннадий Александрович, канд. мед. наук, доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)

Адрес: ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Россия

Тел.: +7 (953) 614-40-40

E-mail: gennadii.pivachenko@staff.sechenov.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке АО «Ретиноиды».

Благодарности. Авторы выражают благодарность проф. В.И. Ноздрину и доц. Л.И. Шмарковой за полезные обсуждения полученных данных.

Поступила: 12.08.2022

Принята: 29.08.2022

Дата печати: 23.09.2022

During ontogenesis in rats, the development of behavioural mechanisms changes significantly because of age and brain structure. Rats of different age and sex groups exhibit a different histological structure of the brain, thus largely determining the manifestations of the behavioural activity [1].

The striatum is a structural union of subcortical brain formations comprising the caudate nucleus and putamen of lentiform nucleus, which are responsible for the oldest psychomotor functions. It is interesting that the cortical structures of the brain coordinate complex motor acts though their evolutionary formation is more recent [2].

Ratios between morphological, functional, and quantitative parameters for basal ganglia (striatum) determine the mechanisms of cortical and subcortical involvement into locomotor activity during ontogenesis in rats (comparing with previous studies of motor cortex). The analysis of these mechanisms would allow for the evaluation of the dynamics of behavioural reactions in rats of different age and sex. The approach seems to be effective if we use rat models to look through evolutionary issues of the development of brain structures.

The study aims to evaluate the dynamics of structural and functional interactions for striatum neurons in motor behaviour in rats of both sexes of different age groups.

MATERIALS AND METHODS

Animals

Our experimental study is conducted with 36 Wistar rats: 18 males and 18 females, divided into 6 groups (6 rats in any group) by ages of 2, 7, and 16 months [3]. We have selected the animals of the corresponding age that represent three age categories: young, grown and old rats. The animals were received from the Andreevka site of Scientific Center for Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency, Russia. The study was approved by our local ethical committee at Sechenov University (Protocol No. 03–19, February 13, 2019).

We followed the rules of EU Directive for the Protection of the Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes 86/609 / EES and ethical principles¹.

Each group of the six rats was placed in a separate standard polycarbonate cage of 16 300 cm³, and all included steel lattice covers with a section for feeding, steel label holders, and plastic drinkers with tips. The animals received feeding by a certified balanced granular feed for rodents (Ltd Laboratorkorm, Russia) *ad libitum*. They also received filtered tap water *ad libitum* in standard autoclaved drinking bottles with steel tips. Special rooms for laboratory animal keeping allowed us to control environmental conditions (20–26 °C, relative humidity of 30–70 %). The rooms had a 12-hour lighting cycle while filtration rate of the room air volume was equal to 10 times per hour.

Behavioural activity of rats

Assessment of motor activity acts was carried out with a Laboras (Metris, Netherlands) device, which is a non-invasive system to automatically recognize and analyse the behavioural reactions of laboratory animals such as movement, immobility, vertical standing, grooming, drinking, eating, and locomotion [4]. As a result, the quantity and duration of these actions are recorded. Our study measured the motor activity for 15 minutes.

Morphological study of the cerebral cortex

After recording the behavioural reactions, the animals were euthanized in a gas chamber to remove the brain. Fixation of brain in Carnoy's liquid and section staining was carried out according to the approach we have recently described [5].

The calculation of the nerve cell quantity and size was performed by an Axiolab microscope with an installed Axiocam camera and AxiOVision image formation system (Carl Zeiss, Germany). The evaluation of nerve cell content in the striatum of rats included a registration of nerve cell quantity and vertical size by methods of morphometric analysis for different ages and sexes [6, 7, 8]. Two brain sections of every animal were made, while 12 fields of vision for each were processed. We identified the structures with the help of the G. Paxinos & C. Watson atlas [9].

Statistical analysis

Assessment of motor activity and calculation of nerve cell quantity and size were carried out for each of the 6 groups. The normal nature of distribution was

¹ https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm (date of access: 17.03.2020).

evaluated by the Kolmogorov–Smirnov test. The data are represented as medians and interquartile range (25th, 75th percentile). Comparison of the groups involved Mann–Whitney *U*-test.

The relations of the parameters were studied by correlation dependence. We calculated correlation and determination factors, while relation force was evaluated by Cheddok scale. The coefficient of determination was calculated to confirm the correspondence of the model to the values of obtained data. General tendencies in the dynamics of parameters were calculated by regression analysis with a trend drawing (linear and polynomial) [4]. We evaluated data about nerve cell quantity in the striatum (12 averaged values) and motor activity analysis (2 records from any animal).

For statistical data processing, we used Microsoft Excel software (Microsoft, USA) and Origin Pro (Origin-Lab Corporation, USA).

RESULTS

Morphological features of the striatum

Brain sections (cresyl violet Nissl staining) of ventral portions in basal ganglia include many transverse nerve fibres (turned caudally) with some clusters of neurons among them. The cells are usually round with a light colour of the cytoplasm; their processes are not contrasted well. The maximal nerve cell content is found at 7 months in males and gradually decreases in older individuals. The number of neurons in females

increases earlier but slightly decreases after that. Brain sections of 7-month-old rats show an increase of pyramidal nerve cell quantity where the cytoplasm contains basophilic granules. The striatum experiences an age-dependent decrease of total nerve cell number (Fig. 1).

Values of quantitative and dimensional parameters for striatal neurons in rats of different age and sex groups show the dynamics of basal ganglia development during the ontogenesis. According to our data, nerve cell size remains the same in any sex and age group.

The data (in the table) indicate the heterogeneity of striatal neuron number for rats of different age and sex groups. The nerve cell content of basal ganglia in 2-month-old rats is various with a slight decrease at the age of 7 months in females, while in males of the same age, there was an increase of nerve cell number. By 16 months, a general decrease is typical for nerve cell number in both sexes.

Motor activity

The recording of motor activity allowed to describe the locomotor behaviour of rats, as well as to compare the data with nerve cell number in brain areas that are responsible for the regulation of the behaviour (especially striatum).

The study revealed 7-month-old males to exhibit a maximal mobility while the minimal one was typical for

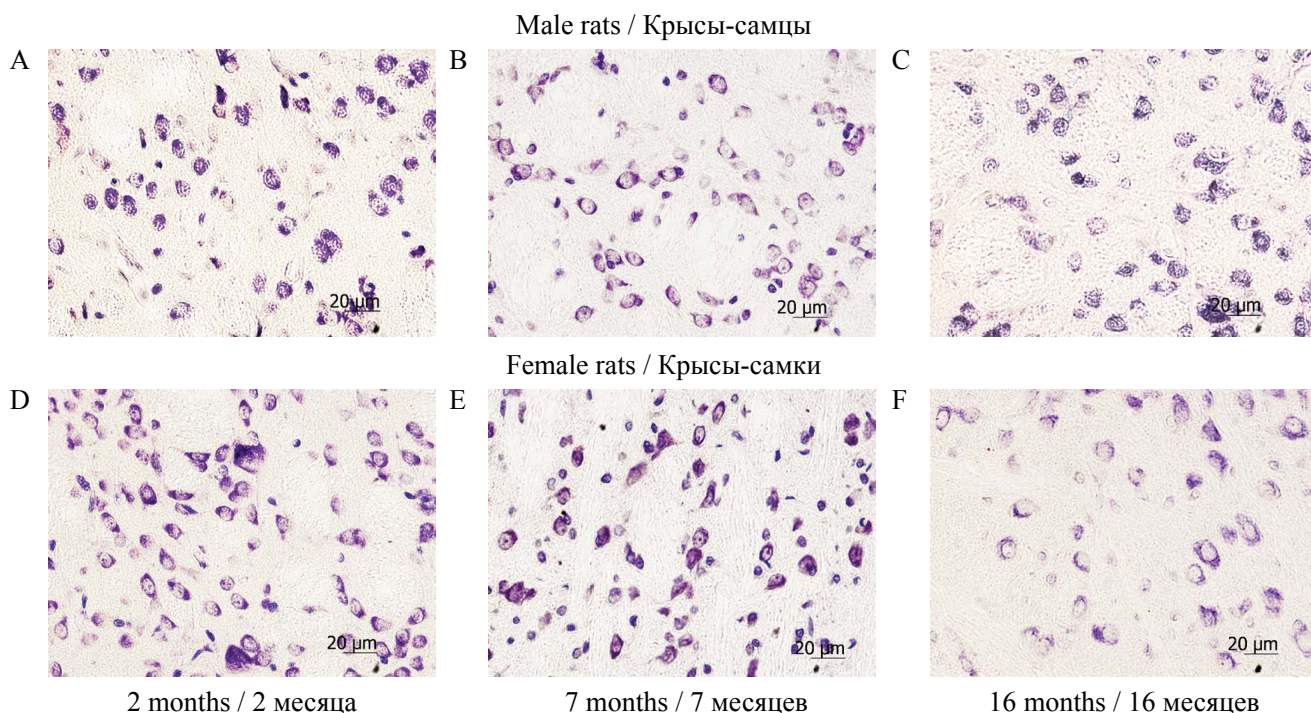


FIG. 1. The striatum fragments in rats for both sexes and different age groups. Cresyl violet stain, oc. 20, obj. 40.

РИС. 1. Фрагменты стриатума крыс обоего пола в разных возрастных группах. Окраска крезиловым фиолетовым, ок. 20, об. 40.

Table. Nerve cell quantity and size in rat striatum for both sexes of different age groups**Таблица. Количество и размеры нейронов стриатума крыс обоего пола в разных возрастных группах**

Age, months / Возраст, месяцы	Nerve cell quantity / Количество нейронов		<i>p</i> value / Значение <i>p</i>	Nerve cell size, μ m / Размер нейронов, мкм		<i>p</i> value / Значение <i>p</i>
	♂ (<i>n</i> = 18)	♀ (<i>n</i> = 18)		♂ (<i>n</i> = 18)	♀ (<i>n</i> = 18)	
2	43 (41; 45)	62 (59; 64)	<0,05	9 (9; 10)	9 (8; 11)	n.s.
7	61 (58; 65)	53 (50; 56)	<0,05	9 (8; 12)	9 (8; 11)	n.s.
16	52 (51; 53)	42 (41; 44)	<0,05	10 (9; 11)	11 (10; 11)	n.s.
<i>p</i> value / Значение <i>p</i>	<0.05	<0.05		n.s.	n.s.	

Note: n.s. – not significant.

Примечание: n.s. – not significant (не значимо)

16-month-old animals of both sexes. A similar pattern was found for average nerve cell number: the lowest value was registered in 2-month-old rats whilst highest was special for 7-month-old animals. In 16-month-old rats it decreased to become comparable with values in young rats.

Correlation between motor activity and nerve cell quantity in the striatum

To evaluate the locomotor activity of rats, we used the results of mobility recording. The correlation of this parameter with nerve cell number in the striatum is shown further (Fig. 2). The rats of both sexes expose a strong positive correlation at the age of 2 months, at 7 months it decreases, and reaches minimal values at 16 months.

The regression analysis demonstrated the strongest correlation between the content of neurons in the basal ganglia and motor activity in 2-month-old rats of each sex. The parameters also have a remarkable correlation in 7-month-old animals, while in 16-month-old rats such a phenomenon is not so popular with a U-shaped graph (Fig. 2).

DISCUSSION

Our data illustrate the changing influence of morphological and quantitative striatal parameters on animal behaviour between ages and sexes [10–13].

The basal ganglia of the brain are heterogeneous by their molecular content and functional role. These subcortical structures are involved in motor functions, decision-making, training, motivation, behaviour, and memory [10, 14].

The striatum functions as a primary impulse-generating centre of basal ganglia. It consists mainly of projective gamma-aminobutyric acid (GABA) nerve cells or medial spinous neurons. They are divided into two populations with separate final projective tracts, which are opposite to modulate the output structures of basal ganglia. The striatum also includes some number of interneurons, including cholinergic interneurons [15, 16].

The striatum receives the input data from the cerebral cortex and thalamus, sending it via the thalamus by associative and projective tracts back to the cortex and subcortical structures. Striatal region re-joins glutamatergic input with impulse of dopamine neurons from the midbrain to determine the vital role of the striatum in education and decision-making [17].

The motor cortex is a key structure of the frontal brain, and is responsible for motor skill education, voluntary motor activity, motor acts planning, and muscle memory [18–20]. The implementation of these specific functions is due to a remarkable plasticity, as well as to the tight links with other areas of the brain [21, 22]. In particular, morpho-anatomical structures of the motor cortex involve a neural network between motor cortex, premotor cortex, sensor regions of neocortex, and basal ganglia in rats [23, 24]. These relations between the cortex and basal ganglia in motor actions have been examined in a number of studies.

The basal ganglia are closely related to neocortex (especially motor cortex) via oligosynaptic loops. The signal ways of these loops mainly converge in motor areas of the frontal cortex and are mainly divided at the subcortical level. It means that there may be a functional relationship between striatum and motor cortex in motor functions [24].

The motor cortex and striatum in motor function and behaviour of rats are described by numerous studies. Mechanisms of links between these parts of the brain are also important besides the role of structures in the regulation of activity [25, 26]. It is considered that basal ganglia (BG) together with other subcortical structures (BG-subcortical pathway) are responsible for stereotypical movements and innate forms of behaviour in rats [19]. There are more and more facts about the role of striatum in the regulation of behaviour, for example, the influence of basal ganglia in motor acts of rats by trial-and-error training [11, 19] has been proved. Acquired motor skills (their formation and implementation) is under the control of the motor cortex, which carries out its control system through the thalamus (due to thalamocortical ways) [27–29].

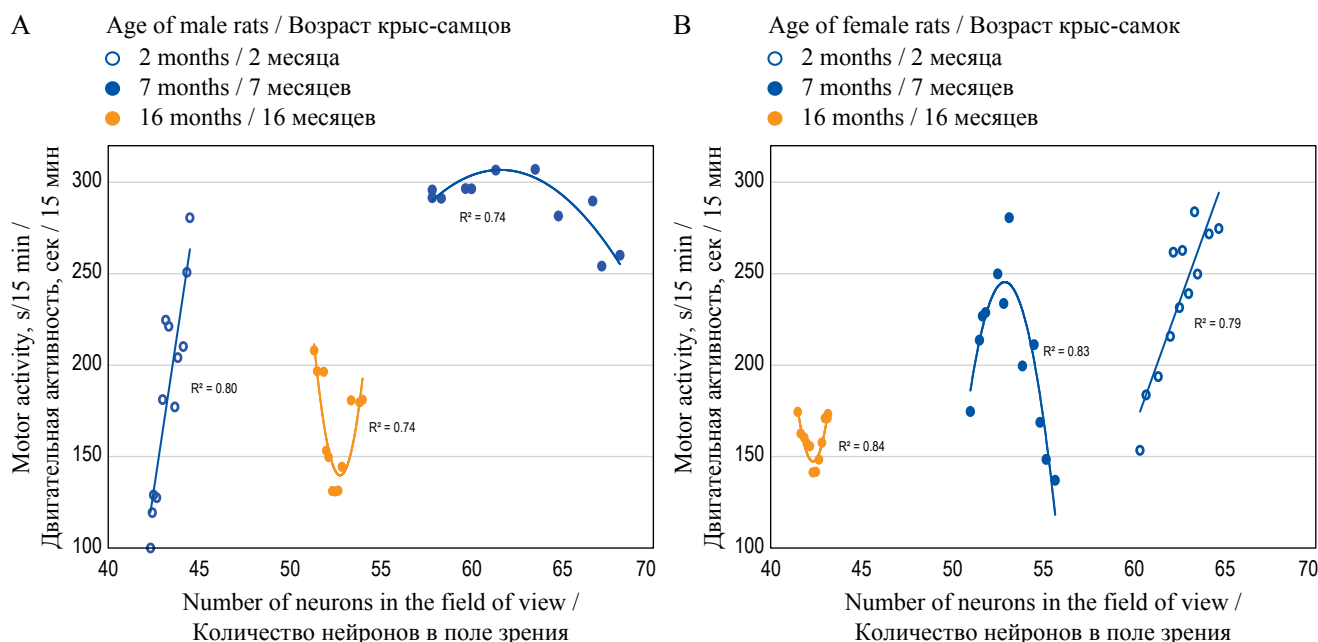


FIG. 2. Length of locomotor reactions and nerve cell quantity in the striatum of rats of both sexes in different age groups.

РИС. 2. Продолжительность локомоторных реакций и количество нейронов стриатума крыс обоего пола в разных возрастных группах.

Note. R^2 – coefficient of determination.

Примечание. R^2 – коэффициент детерминации.

There is also data about the role of the striatum in the development of various motor disorders associated with Parkinson disease [30, 31].

Many studies tried to identify the correlation between the number of neurons in the motor cortex and striatum and motor activity in rats of different age groups. Our previous study showed the presence of structural-functional connections between the motor cortex and motor activity, which was, however, more expressed in adult animals. At the same time, we may assume the principal role of the striatum in motor behaviour in young animals [32]. Most articles are devoted to the study of rats from birth to adolescence, since the greatest changes in their behaviour are observed in this period. Mengler et al. indicates that the brain of rats experiences a rapid growth during the first months after birth [33]. This is confirmed by a statistical assessment with the construction of a growth curve. Moreover, after 2 months of postnatal development, the volume of the brain does not change significantly. Analysing the volumetric graphs of the cortex and basal ganglia in the study, we can conclude that they show a significant increase from 3 weeks to 1-month, continuous growth from 1 month to 2 months, and the absence of significant changes from 2 months to 3 months. In the striatum, the time-dependent development scale in DWI (diffuse-weighted image) apparently corresponds

to myelinization, which is visualized by histological study when identifying fibre bundles in nervous tissue sections stained with cresyl violet and BGII [33]. Despite the active use of immunohistochemical methods in the nervous system, classical neuromorphology remains a relevant approach to study the structures of the central nervous system [34].

Most researchers agree that the cortex and basal ganglia during the postnatal development of rats together determine behaviour in different age periods [23, 33]. The motor cortex of the brain in rats is influenced not only by peripheral afferents and prefrontal associative regions, but also by basal ganglia. The assessment of the level of these ascending influences (basal ganglia and cortex) requires tests in different age groups such as motor tests of balance, navigation in labyrinths, punching, as well as the study of the sexual behaviour of rats (during puberty at the age of 6–7 months) [35].

According to the study results, the regulation of motor activity in many brain regions is principally due to the nerve cell number in subcortical structures (striatum) of young animals (2 months). At the same time, there is an age-dependent increase of positive correlation between locomotor activity and the number of neurons in the structures of the cerebral cortex [18, 20, 21, 24]. This confirms our previous data about the

role of the motor cortex in motor behaviour in rats during ontogenesis for different sexes [32].

CONCLUSION

The number of neurons in the striatum is sex- and age-related, while their size remains unchanged for the studied life points. For animals of both sexes, an age-dependent decrease of striatal role in motor activity is noted. This parameter is maximal in 2-month-old

rats, slightly decreasing by 7 months and further by 16 months of life.

The pattern can be explained by various morphofunctional processes of the cortex in young individuals at antenatal ontogenesis. As a result of brain structure development in the first month of postnatal life, the dominant role in the regulation of behaviour (motor activity in particular) passes from the subcortical structures to the cortical ones.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Gennadii A. Piavchenko participated in the planning of the experiment and its implementation. Varvara A. Kudryavtseva and Aleksandra V. Moiseeva studied the literature, analyzed its data and wrote an introduction and discussion of the article. Svetlana G. Mukhamedova and Sergey L. Kuznetsov exercised overall control over the implementation of the study, participated in the discussion of the data obtained, general editing of the text of the article. All authors approved the final version of the publication.

ВКЛАД АВТОРОВ

Г.А. Пьявченко участвовал в планировании эксперимента, его проведении. В.А. Кудрявцева и А.В. Моисеева изучили литературные источники, провели анализ данных литературы и написали введение и обсуждение статьи. С.Г. Мухамедова и С.Л. Кузнецов осуществляли общий контроль над выполнением исследования, участвовали в обсуждении полученных данных, общем редактировании текста статьи. Все авторы утвердили окончательную версию статьи.

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- 1 Maciejewska B., Lipowska M., Kowiański P., et al. Postnatal development of the rat striatum – a study using in situ DNA end labeling technique. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*. 1998; 58(1): 23–28. PMID: 9583184.
- 2 The Rat Nervous System – 4th Edition. Edited by George Paxinos. Academic Press 2014. 1052 p. eBook ISBN: 9780080921372.
- 3 Avtandilov G.G. Meditsinskaya morfometriya. *Rukovodstvo*. M.: Meditsina / Medical morphometry. Manual 1990. 384 p (in Russian). ISBN 5-225-00753-8.
- 4 Bachdasarian L., Bulthuis R., Molewijk E., et al. Enhanced technologies and integration parameters of pre-clinical studies. *Journal Biomed*. 2013; 1(1): 83–97.
- 5 Piavchenko G.A., Alekseev A.G., Seryogina E.S. et al. Evaluation of the zinc succinate toxic effect on the cerebral cortex of rat. *Sechenov Medical Journal*. 2019; 10(2): 29–35 (in Russian). <https://doi.org/10.26442/22187332.2019.2.29-35>
- 6 Khozhai L.I., Otellin V.A. Long-Term effects of perinatal hypoxia on the distribution of GABAergic neurons in the rat neocortex. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 2019, 55(4): 302–304 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S0044452919040077>
- 7 Kirichenko E.Iu., Logvinov A.K., Povilaĩtite P.E., Grankina A.O. Neuronal and glial antigen distribution in the columns of somatosensory cortex of rat brain (an immunohistochemical study). *Morfologiya*. 2014; 145(2): 7–11 (in Russian). PMID: 25282817.
- 8 Ryzhavskaia B.Ya., Litvinceva E.M., Tkach O.V., Rudman Yu.Yu. Age dynamics of morphometric and histochemical parameters of cerebral cortex development in rats. 2014, 4: 82–84 (in Russian).
- 9 Paxinos G., Watson Ch. The rat brain in stereotaxic coordinates. 7th Edition. Academic Press. 2013 480 p. eBook ISBN: 9780124157521.
- 1 Maciejewska B., Lipowska M., Kowiański P., et al. Postnatal development of the rat striatum – a study using in situ DNA end labeling technique. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*. 1998; 58(1): 23–28. PMID: 9583184.
- 2 The Rat Nervous System – 4th Edition. Edited by George Paxinos. Academic Press 2014. 1052 p. eBook ISBN: 9780080921372.
- 3 Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. Руководство. М.: Медицина, 1990. 384 с. ISBN 5-225-00753-8.
- 4 Bachdasarian L., Bulthuis R., Molewijk E., et al. Enhanced technologies and integration parameters of pre-clinical studies. *Journal Biomed*. 2013; 1(1): 83–97.
- 5 Пьявченко Г.А., Алексеев А.Г., Серегина Е.С. и др. Оценка токсического действия сукцината цинка на кору больших полушарий головного мозга крыс. *Сеченовский вестник*. 2019; 10(2): 29–35. <https://doi.org/10.26442/22187332.2019.2.29-35>
- 6 Хожай Л.И., Отеллин В.А. Распределение ГАМКергических нейронов в неокортексе крыс в отдаленные постнатальные сроки после перинатальной гипоксии. *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. 2019, 55(4): 302–304. <https://doi.org/10.1134/S0044452919040077>
- 7 Кириченко Е.Ю., Логвинов А.К., Повилайтите П.Е., Гранкина А.О. Распределение нейрональных и глиальных антигенов в колонках соматосенсорной коры мозга крысы (иммуногистохимическое исследование). *Морфология*. 2014, 145(2): 7–11. PMID: 25282817.
- 8 Рыжавский Б.Я., Литвинцева Е.М., Ткач О.В., Рудман Ю.Ю. Возрастная динамика морфометрических и гистохимических показателей развития коры головного мозга крыс. *Дальневосточный Медицинский Журнал*. 2014, 4: 82–84.
- 9 Paxinos G., Watson Ch. The rat brain in stereotaxic coordinates. 7th Edition. Academic Press. 2013. 480 p. eBook ISBN: 9780124157521.

- 10 Antonazzo M., Gomez-Urquijo S. M., Ugedo L., Morera-Herreras T. Dopaminergic Denervation impairs cortical motor and associative/limbic information processing through the basal ganglia and its modulation by the CB1 receptor. *Neurobiol Dis* 2021 Jan; 148: 105214. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2020.105214>. PMID: 33278598.
- 11 Moënné-Loccoz C., Astudillo-Valenzuela C., Skovgård K., et al. Cortico-striatal oscillations are correlated to motor activity levels in both physiological and parkinsonian conditions. *Front Syst Neurosci*. 2020 Aug 13; 14: 56. <https://doi.org/10.3389/fn-sys.2020.00056>. PMID: 32903888.
- 12 Sjöbom J., Tamtè M., Halje P., et al. Cortical and striatal circuits together encode transitions in natural behavior. *Sci Adv*. 2020 Oct 9; 6(41): eabc1173. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc1173>. PMID: 33036974.
- 13 Lemke S.M., Ramanathan D.S., Guo L., et al. Emergent modular neural control drives coordinated motor actions. *Nat Neurosci*. 2019 Jul; 22(7): 1122–1131. <https://doi.org/10.1038/s41593-019-0407-2>. Epub 2019 May 27. PMID: 31133689.
- 14 Monko M. E., Heilbronner S. R. Retrosplenial cortical connectivity with frontal basal ganglia networks. 2021 Mar 3: 1–10. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01699. Epub ahead of print. PMID: 33656393.
- 15 Breu M., Reisinger D., Tao L., et al. In vivo high-resolution diffusion tensor imaging of the developing neonatal rat cortex and its relationship to glial and dendritic maturation. *Brain Struct Funct*. 2019 Jun; 224(5): 1815–1829. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01878-w>. Epub 2019 Apr 22. PMID: 31011813.
- 16 van Bodegom M., Homberg J.R., Henckens M.J.A.G. Modulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis by early life stress exposure. *Front Cell Neurosci*. 2017 Apr 19; 11: 87. <https://doi.org/10.3389/fncel.2017.00087>. PMID: 28469557.
- 17 Cox J., Witten I.B. Striatal circuits for reward learning and decision-making. *Nat Rev Neurosci*. 2019 Aug; 20(8): 482–494. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0189-2>
- 18 Hori Y., Ihara N., Sugai C., et al. Ventral Striatum Links Motivational and Motor Networks during Operant-Conditioned Movement in Rats. *Neuroimage*. 2019 Jan 1; 184: 943–953. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.10.018>. Epub 2018 Oct 5. PMID: 30296556.
- 19 Dhawale A.K., Wolff S.B.E., Ko R., Ölveczky B.P. The basal ganglia control the detailed kinematics of learned motor skills. *Nat Neurosci*. 2021 Sep; 24(9): 1256–1269. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00889-3>. Epub 2021 Jul 15. PMID: 34267392.
- 20 Stubbendorff C., Molano-Mazon M., Young A.M. J., Gerdjikov T.V. Synchronization in the prefrontal-striatal circuit tracks behavioural choice in a go-no-go task in rats. *Eur J Neurosci*. 2019 Mar; 49(5): 701–711. <https://doi.org/10.1111/ejn.13905>. Epub 2018 Apr 2. PMID: 29520856.
- 21 Mehlman M.L., Winter S.S., Taube J.S. Functional and anatomical relationships between the medial precentral cortex, dorsal striatum, and head direction cell circuitry. II. Neuroanatomical Studies. *J Neurophysiol*. 2019 Feb 1; 121(2): 371–395. <https://doi.org/10.1152/jn.00144.2018>. Epub 2018 Nov 14. PMID: 30427743.
- 22 Markham J.A., Greenough W.T. Experience-driven brain plasticity: beyond the synapse. *Neuron Glia Biol*. 2004 Nov; 1(4): 351–363. <https://doi.org/10.1017/s1740925x05000219>. PMID: 16921405.
- 10 Antonazzo M., Gomez-Urquijo S. M., Ugedo L., Morera-Herreras T. Dopaminergic Denervation impairs cortical motor and associative/limbic information processing through the basal ganglia and its modulation by the CB1 receptor. *Neurobiol Dis* 2021 Jan; 148: 105214. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2020.105214>. PMID: 33278598.
- 11 Moënné-Loccoz C., Astudillo-Valenzuela C., Skovgård K., et al. Cortico-striatal oscillations are correlated to motor activity levels in both physiological and parkinsonian conditions. *Front Syst Neurosci*. 2020 Aug 13; 14: 56. <https://doi.org/10.3389/fn-sys.2020.00056>. PMID: 32903888.
- 12 Sjöbom J., Tamtè M., Halje P., et al. Cortical and striatal circuits together encode transitions in natural behavior. *Sci Adv*. 2020 Oct 9; 6(41): eabc1173. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc1173>. PMID: 33036974.
- 13 Lemke S.M., Ramanathan D.S., Guo L., et al. Emergent modular neural control drives coordinated motor actions. *Nat Neurosci*. 2019 Jul; 22(7): 1122–1131. <https://doi.org/10.1038/s41593-019-0407-2>. Epub 2019 May 27. PMID: 31133689.
- 14 Monko M. E., Heilbronner S. R. Retrosplenial cortical connectivity with frontal basal ganglia networks. 2021 Mar 3: 1–10. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01699. Epub ahead of print. PMID: 33656393.
- 15 Breu M., Reisinger D., Tao L., et al. In vivo high-resolution diffusion tensor imaging of the developing neonatal rat cortex and its relationship to glial and dendritic maturation. *Brain Struct Funct*. 2019 Jun; 224(5): 1815–1829. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01878-w>. Epub 2019 Apr 22. PMID: 31011813.
- 16 van Bodegom M., Homberg J.R., Henckens M.J.A.G. Modulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis by early life stress exposure. *Front Cell Neurosci*. 2017 Apr 19; 11: 87. <https://doi.org/10.3389/fncel.2017.00087>. PMID: 28469557.
- 17 Cox J., Witten I.B. Striatal circuits for reward learning and decision-making. *Nat Rev Neurosci*. 2019 Aug; 20(8): 482–494. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0189-2>
- 18 Hori Y., Ihara N., Sugai C., et al. Ventral Striatum Links Motivational and Motor Networks during Operant-Conditioned Movement in Rats. *Neuroimage*. 2019 Jan 1; 184: 943–953. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.10.018>. Epub 2018 Oct 5. PMID: 30296556.
- 19 Dhawale A.K., Wolff S.B.E., Ko R., Ölveczky B.P. The basal ganglia control the detailed kinematics of learned motor skills. *Nat Neurosci*. 2021 Sep; 24(9): 1256–1269. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00889-3>. Epub 2021 Jul 15. PMID: 34267392.
- 20 Stubbendorff C., Molano-Mazon M., Young A.M. J., Gerdjikov T.V. Synchronization in the prefrontal-striatal circuit tracks behavioural choice in a go-no-go task in rats. *Eur J Neurosci*. 2019 Mar; 49(5): 701–711. <https://doi.org/10.1111/ejn.13905>. Epub 2018 Apr 2. PMID: 29520856.
- 21 Mehlman M.L., Winter S.S., Taube J.S. Functional and anatomical relationships between the medial precentral cortex, dorsal striatum, and head direction cell circuitry. II. Neuroanatomical Studies. *J Neurophysiol*. 2019 Feb 1; 121(2): 371–395. <https://doi.org/10.1152/jn.00144.2018>. Epub 2018 Nov 14. PMID: 30427743.
- 22 Markham J.A., Greenough W.T. Experience-driven brain plasticity: beyond the synapse. *Neuron Glia Biol*. 2004 Nov; 1(4): 351–363. <https://doi.org/10.1017/s1740925x05000219>. PMID: 16921405.

- 23 Ortiz-Pulido R., Hernández-Briones Z.S., Tamariz-Rodríguez A., et al. Effect of electrolytic lesion of the dorsomedial striatum on sexual behaviour and locomotor activity in rats. *Neurologia*. 2017 Jun; 32(5): 278–283. English, Spanish. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.11.007>. Epub 2016 Jan 13. PMID: 26774412.
- 24 Hintzen A., Pelzer E.A., Tittgemeyer M. Thalamic interactions of cerebellum and basal ganglia. 2018 Mar; 223(2): 569–587. <https://doi.org/10.1007/s00429-017-1584-y>. Epub 2017 Dec 9. PMID: 29224175.
- 25 Pimentel-Farfan A.K., Báez-Cordero A.S., Peña-Rangel T.M., Rueda-Orozco P.E. Cortico-striatal circuits for bilaterally coordinated movements. *Sci Adv*. 2022 Mar 4; 8(9): eabk2241. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abk2241>. Epub 2022 Mar 4. PMID: 35245127.
- 26 Balsters J.H., Zerbi V., Sallet J., et al. Primate homologs of mouse cortico-striatal circuits. *Elife*. 2020 Apr 16; 9: e53680. <https://doi.org/10.7554/eLife.53680>. PMID: 32298231.
- 27 Sippy T., Lapray D., Crochet S., Petersen C.C.H. Cell-Type-Specific Sensorimotor Processing in Striatal Projection Neurons during Goal-Directed Behavior. *Neuron*. 2015 Oct 21; 88(2): 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.08.039>. Epub 2015 Oct 1. PMID: 2643952.
- 28 Ghosal S., Packard A.E.B., Mahbod P., et al. Disruption of glucagon-like peptide 1 signaling in Sim1 neurons reduces physiological and behavioral reactivity to acute and chronic stress. *J Neurosci*. 2017 Jan 4; 37(1): 184–193. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1104-16.2016>. PMID: 28053040.
- 29 Jun J.J., Steinmetz N.A., Siegle J.H., et al. Fully Integrated silicon probes for high-density recording of neural activity. *Nature*. 2017 Nov 8; 551(7679): 232–236. <https://doi.org/10.1038/nature24636>. PMID: 29120427.
- 30 Su W., Li K., Li C.M., et al. Motor Symptom Lateralization Influences Cortico-Striatal Functional Connectivity in Parkinson's Disease. *Front Neurol*. 2021 May 14; 12: 619631. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.619631>. PMID: 34054684.
- 31 Moënné-Loccoz C., Astudillo-Valenzuela C., Skovgård K., et al. Cortico-striatal oscillations are correlated to motor activity levels in both physiological and Parkinsonian conditions. *Front Syst Neurosci*. 2020 Aug 13; 14: 56. <https://doi.org/10.3389/fn-sys.2020.00056>. PMID: 32903888.
- 32 P'yavchenko G.A., Shmarkova L.I., Nozdrin V.I. Changes in the number of neurons in the rat motor cortex and movement activity with age. *Neurosci Behav Physi* 2016, 46, 270–273. <https://doi.org/10.1007/s11055-016-0228-7>
- 33 Mengler L., Khmelinskii A., Diedenhofen M., et al. Brain Maturation of the adolescent rat cortex and striatum: changes in volume and myelination. *Neuroimage*. 2014 Jan 1; 84: 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.08.034>. Epub 2013 Aug 27. PMID: 23994458.
- 34 Piavchenko G., Soldatov V., Venediktov A., et al. A combined use of silver pretreatment and impregnation with consequent Nissl staining for cortex and striatum architectonics study. *Front. Neuroanat*. 2022, 16: 940993. <https://doi.org/10.3389/fnana.2022.940993>
- 35 Delaville C., Cruz A.V., McCoy A.J., et al. Oscillatory activity in basal ganglia and motor cortex in an awake behaving rodent model of Parkinson's disease. *Basal Ganglia*. 2014 Apr 1; 3(4): 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.baga.2013.12.001>. PMID: 25667820.
- 23 Ortiz-Pulido R., Hernández-Briones Z.S., Tamariz-Rodríguez A., et al. Effect of electrolytic lesion of the dorsomedial striatum on sexual behaviour and locomotor activity in rats. *Neurologia*. 2017 Jun; 32(5): 278–283. English, Spanish. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2015.11.007>. Epub 2016 Jan 13. PMID: 26774412.
- 24 Hintzen A., Pelzer E.A., Tittgemeyer M. Thalamic interactions of cerebellum and basal ganglia. 2018 Mar; 223(2): 569–587. <https://doi.org/10.1007/s00429-017-1584-y>. Epub 2017 Dec 9. PMID: 29224175.
- 25 Pimentel-Farfan A.K., Báez-Cordero A.S., Peña-Rangel T.M., Rueda-Orozco P.E. Cortico-striatal circuits for bilaterally coordinated movements. *Sci Adv*. 2022 Mar 4; 8(9): eabk2241. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abk2241>. Epub 2022 Mar 4. PMID: 35245127.
- 26 Balsters J.H., Zerbi V., Sallet J., et al. Primate homologs of mouse cortico-striatal circuits. *Elife*. 2020 Apr 16; 9: e53680. <https://doi.org/10.7554/eLife.53680>. PMID: 32298231.
- 27 Sippy T., Lapray D., Crochet S., Petersen C.C.H. Cell-Type-Specific Sensorimotor Processing in Striatal Projection Neurons during Goal-Directed Behavior. *Neuron*. 2015 Oct 21; 88(2): 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.08.039>. Epub 2015 Oct 1. PMID: 2643952.
- 28 Ghosal S., Packard A.E.B., Mahbod P., et al. Disruption of glucagon-like peptide 1 signaling in Sim1 neurons reduces physiological and behavioral reactivity to acute and chronic stress. *J Neurosci*. 2017 Jan 4; 37(1): 184–193. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1104-16.2016>. PMID: 28053040.
- 29 Jun J.J., Steinmetz N.A., Siegle J.H., et al. Fully Integrated silicon probes for high-density recording of neural activity. *Nature*. 2017 Nov 8; 551(7679): 232–236. <https://doi.org/10.1038/nature24636>. PMID: 29120427.
- 30 Su W., Li K., Li C.M., et al. Motor Symptom Lateralization influences cortico-striatal functional connectivity in Parkinson's disease. *Front Neurol*. 2021 May 14; 12: 619631. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.619631>. PMID: 34054684.
- 31 Moënné-Loccoz C., Astudillo-Valenzuela C., Skovgård K., et al. Cortico-striatal oscillations are correlated to motor activity levels in both physiological and Parkinsonian conditions. *Front Syst Neurosci*. 2020 Aug 13; 14: 56. <https://doi.org/10.3389/fn-sys.2020.00056>. PMID: 32903888.
- 32 P'yavchenko G.A., Shmarkova L.I., Nozdrin V.I. Changes in the number of neurons in the rat motor cortex and movement activity with age. *Neurosci Behav Physi* 2016, 46, 270–273. <https://doi.org/10.1007/s11055-016-0228-7>
- 33 Mengler L., Khmelinskii A., Diedenhofen M., et al. Brain Maturation of the adolescent rat cortex and striatum: changes in volume and myelination. *Neuroimage*. 2014 Jan 1; 84: 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.08.034>. Epub 2013 Aug 27. PMID: 23994458.
- 34 Piavchenko G., Soldatov V., Venediktov A., et al. A combined use of silver pretreatment and impregnation with consequent Nissl staining for cortex and striatum architectonics study. *Front. Neuroanat*. 2022, 16: 940993. <https://doi.org/10.3389/fnana.2022.940993>
- 35 Delaville C., Cruz A.V., McCoy A.J., et al. Oscillatory activity in basal ganglia and motor cortex in an awake behaving rodent model of Parkinson's disease. *Basal Ganglia*. 2014 Apr 1; 3(4): 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.baga.2013.12.001>. PMID: 25667820.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS / ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Varvara A. Kudryavtseva, student, member of scientific student society at Histology, Cytology and Embryology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7343-7655>

Aleksandra V. Moiseeva, student, member of scientific student society at Histology, Cytology and Embryology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6665-5419>

Svetlana G. Mukhamedova, Dr. of Sci. (Biology), Professor, Histology, Cytology and Embryology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6769-4543>

Gennadii A. Piavchenko✉, Cand. of Sci. (Medicine), Associate Professor, Histology, Cytology and Embryology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7782-3468>

Sergey L. Kuznetsov, corresponding member of RAS, Dr. of Sci. (Medicine), Professor, Head of the Histology, Cytology and Embryology Department, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0704-1660>

Кудрявцева Варвара Алексеевна, студент-кружковец кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7343-7655>

Моисеева Александра Викторовна, студент-кружковец кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6665-5419>

Мухамедова Светлана Галиевна, д-р биол. наук, профессор кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6769-4543>

Пьявченко Геннадий Александрович✉, канд. мед. наук, доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7782-3468>

Кузнецов Сергей Львович, член-корреспондент РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0704-1660>

✉ Corresponding author / Автор, ответственный за переписку



Stereotactic biopsy and laser ablation of the ganglioglioma using a thulium laser: a video case report

Albert A. Sufianov^{1,2,3,✉}, Ivan S. Shelyagin¹, Rinat A. Sufianov²

¹Federal Centre of Neurosurgery

5, 4th km Chervishevskogo tract, Tyumen, 625032, Russia

²Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia

³Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia

Keywords: epilepsy surgery; ganglioglioma; stereotactic biopsy; laser ablation; thulium laser

MeSH terms:

EPILEPSIES, PARTIAL – ETIOLOGY

BRAIN NEOPLASMS – DIAGNOSIS

BRAIN NEOPLASMS – COMPLICATIONS

BRAIN NEOPLASMS – PATHOLOGY

BRAIN NEOPLASMS – SURGERY

GLIOBLASTOMA – DIAGNOSIS

GLIOBLASTOMA – COMPLICATIONS

GLIOBLASTOMA – PATHOLOGY

GLIOBLASTOMA – SURGERY

BIOPSY – METHODS

LASER THERAPY – METHODS

For citation: Sufianov A.A., Shelyagin I.S., Sufianov R.A. Stereotactic biopsy and laser ablation of the ganglioglioma using a thulium laser: a video case report. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 30–33. Epub ahead of print 09.09.2022. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.471.10>

CONTACT INFORMATION:

Albert A. Sufianov, Dr. of Sci. (Medicine), Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Federal Centre of Neurosurgery; Head of the Department of Neurosurgery, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Professor, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

Address: 5, 4th km Chervishevskogo tract, Tyumen, 625032, Russia

Tel.: +7 (909) 190-24-65

E-mail: sufianov@gmail.com

Conflict of interests. The authors declare that there is no conflict of interests.

Financial support. The study was not sponsored (own resources).

Acknowledgments.

Special thanks to Aliya Buchtoyarova – specialist, Federal Centre of Neurosurgery (Tyumen), for translating and voice-over the video case report.

Received: 08.07.2022

Accepted: 22.08.2022

Published Online: 09.09.2022

Date of publication: 23.09.2022

УДК: 616.831-006.484-089

Стереотаксическая биопсия и лазерная абляция ганглиоглиомы тулиевым лазером: клинический видеослучай

А.А. Суфианов^{1,2,3,✉}, И.С. Шелягин¹, Р.А. Суфианов²

¹ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России

4-й км Червишевского тракта, д. 5, Тюмень, 625032, Россия

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет

им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)

ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Россия

³ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия

Ключевые слова: хирургия эпилепсии; ганглиоглиома; стереотаксическая биопсия; лазерная абляция; тулиевый лазер

MeSH terms:

ЭПИЛЕПСИИ ФОКАЛЬНЫЕ – ЭТИОЛОГИЯ
 МОЗГА ГОЛОВНОГО НОВООБРАЗОВАНИЯ – ДИАГНОСТИКА
 МОЗГА ГОЛОВНОГО НОВООБРАЗОВАНИЯ – ОСЛОЖНЕНИЯ
 МОЗГА ГОЛОВНОГО НОВООБРАЗОВАНИЯ – ПАТОЛОГИЯ
 МОЗГА ГОЛОВНОГО НОВООБРАЗОВАНИЯ – ХИРУРГИЯ
 ГЛИОБЛАСТОМА – ДИАГНОСТИКА
 ГЛИОБЛАСТОМА – ОСЛОЖНЕНИЯ
 ГЛИОБЛАСТОМА – ПАТОЛОГИЯ
 ГЛИОБЛАСТОМА – ХИРУРГИЯ
 БИОПСИЯ – МЕТОДЫ
 ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ – МЕТОДЫ

Для цитирования: Суфианов А.А., Шелягин И.С., Суфианов Р.А. Стереотаксическая биопсия и лазерная абляция ганглиоглиомы тулиевым лазером: клинический видеослучай. Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 30–33. Публикация онлайн 09.09.2022. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.471.10>

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Суфианов Альберт Акрамович, д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный врач ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России; зав. кафедрой нейрохирургии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); профессор ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

Адрес: 4-й км Червишевского тракта, 5, Тюмень, 625032, Россия

Тел.: +7 (909) 190-24-65

E-mail: sufianov@gmail.com

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки (собственные ресурсы).

Благодарности.

Особая благодарность Алие Бухтояровой – специалисту Федерального центра нейрохирургии (Тюмень) за перевод и озвучивание представленного клинического видеослучая.

Поступила: 08.07.2022

Принята: 22.08.2022

Дата публикации онлайн: 09.09.2022

Дата печати: 23.09.2022

List of abbreviations

EEG – electroencephalogram

MRI – magnetic resonance imaging

[00:00] We present a clinical case of stereotactic biopsy and laser ablation of a ganglioglioma using a thulium laser [1, 2].

[00:07] The patient is an 11-year-old girl, presented with complaints of ambulatory epileptic seizures with impaired awareness, followed by post-seizure amnesia. In average, the patient has 8 seizures lasting 2–3 minutes per day.

The first attack, without any triggering factors, occurred at the age of 10 years old. Thereafter, similar stereotypical seizures occurred daily about 8 times a day. Currently, the patient is taking carbamazepine 200 mg/day (100 + 100).

[00:38] Transcranial video EEG (electroencephalogram) monitoring revealed interictal epileptiform activity in the right frontotemporal region [3].

[00:48] In the medial temporal pole parts of the right temporal lobe, there is a small area of hyperintense signal in T2 and Flair modes (red arrow). After the intravenous injection of contrast agent, a moderate accumulation area is detected in the structure of the above zone with a circular shape, up to 8 mm in diameter, extending to the contour of the cortical plate (red arrows) [4].

[01:14] Diagnosis: Mass lesion in the medial temporal lobe on the right. Structural focal epilepsy. Focal motor epileptic seizures with impaired awareness. Drug-resistant form. The following surgical procedure is planned: Stereotactic biopsy and laser ablation of a ganglioglioma using a thulium laser.

[01:39] The patient is positioned on the operating table with the head rotated to the left with its rigid fixation in a Mayfield clamp. After registering the patient in the neuronavigation system, the projection of the entry point of the trajectory of the upcoming stereotactic biopsy and laser ablation is mapped.

[02:01] We use the BrainLab VarioGuide as a frameless stereotactic system. After positioning it along all axes, according to the previously planned trajectory, a soft tissue incision is performed.

[02:25] A 2-mm trephination hole is made.

The video can be found here:

https://youtu.be/Q_oCjJUzm-k

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Albert A. Sufianov carried out the surgical procedure described in the submitted publication, made a major contribution to the conception and design, and supervised the scientific article writing and editing process; Ivan S. Shelyagin and Rinat A. Sufianov participated in the conception and design of the publication, preparation of materials, writing and editing the text, as well as preparing the illustrations and video. All authors approved the final version of the article and are ready to take responsibility for all aspects of the submitted publication.

[02:36] A biopsy needle is then placed to the target point of the previously planned trajectory under the control of the neuronavigation system.

[03:37] A stereotactic biopsy is taken.

[03:42] The material for morphological study is collected all around the area of interest by turning the biopsy needle by 90 degrees after each successful sampling. This means that 4 samples of surgical material are taken for morphological examination.

[03:59] A titanium anchor screw is then screwed into the trephination hole, which serves as a 'guide' for the subsequent laser insertion.

[04:18] The correct path of the anchor screw is checked with the neuronavigation system. The required laser fibre insertion length is calculated, which in this case, is 54 mm, and it is immediately measured on the laser fibre. Then the stopper is set.

[04:33] Intraoperative MRI (magnetic resonance imaging) is performed after the stereotactic biopsy to rule out haemorrhagic complications (red arrow points to the biopsy area), and upon receiving satisfactory results, the laser is placed along the trajectory through the anchor screw (red arrows).

[04:47] A second MRI scan is performed to check that the laser trajectory is correct, after which we proceed to laser ablation. In this case, we have used a low-power mode of 5W with a total energy of 22 J/cm² and an ablation time of 4 seconds.

[05:12] Control MRI after laser ablation is performed to monitor the ablation area and prevent any complications early on. In this case, we see sufficient ablation area and no complications (red arrows points to the ablation area). The surgical procedure ends here, the anchor screw is unscrewed, and the postoperative wound is sutured with one cutaneous suture.

[05:34] The morphological examination has revealed a glioneuronal tumor with increased proliferative activity, which corresponds to a Grade I ganglioglioma [5].

The post-operative follow-up period is now 18 months. Complete freedom from epileptic seizures has been achieved (class I on the Engel Scale) [6].

ВКЛАД АВТОРОВ

А.А. Суфианов выполнил хирургическую операцию, описанную в представленном клиническом видеослучае, внес основной вклад в концепцию и дизайн, а также руководил процессом написания и редактирования статьи. И.С. Шелягин и Р.А. Суфианов участвовали в разработке концепции и дизайна статьи, подготовке материалов, написании и редактировании текста, а также подготовке иллюстраций и видео. Все авторы одобрили окончательный вариант статьи и готовы взять на себя ответственность за все аспекты представленной публикации.

Compliance with ethical standards

Consent statement. The patient's parents have consented to the submission of this "Stereotactic biopsy and laser ablation of the ganglioglioma using a thulium laser: a video case report" to the Sechenov Medical Journal.

Соблюдение этических норм

Заявление о согласии. Родители пациента дали согласие на публикацию представленной выше видеостатьи «Стереотаксическая биопсия и лазерная абляция ганглиоглиомы тулиевым лазером: клинический видеослучай» в журнале «Сеченовский вестник».

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

1. LaRiviere M.J., Gross R.E. Stereotactic Laser Ablation for Medically Intractable Epilepsy: The Next Generation of Minimally Invasive Epilepsy Surgery. *Front Surg.* 2016 Dec 5; 3: 64. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2016.00064>. PMID: 27995127.
2. Buckley R., Estronza-Ojeda S., Ojemann J.G. Laser Ablation in Pediatric Epilepsy. *Neurosurg Clin N Am.* 2016 Jan; 27(1): 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2015.08.006>. Epub 2015 Oct 24. PMID: 26615109.
3. Tatum W.O., Rubboli G., Kaplan P.W., et al. Clinical utility of EEG in diagnosing and monitoring epilepsy in adults. *Clin Neurophysiol.* 2018 May; 129(5): 1056–1082. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2018.01.019>. Epub 2018 Feb 1. PMID: 29483017.
4. Bernasconi A., Cendes F., Theodore W.H., et al. Recommendations for the use of structural magnetic resonance imaging in the care of patients with epilepsy: A consensus report from the International League Against Epilepsy Neuroimaging Task Force. *Epilepsia.* 2019 Jun; 60(6): 1054–1068. <https://doi.org/10.1111/epi.15612>. Epub 2019 May 28. PMID: 31135062.
5. Lisievici A.C., Pasov D., Georgescu T.A., et al. A novel histopathological grading system for ganglioglioma. *J Med Life.* 2021 Mar-Apr; 14(2): 170–175. <https://doi.org/10.25122/jml-2021-0054>. PMID: 34104239.
6. Engel J.Jr., Van Ness P.C., Rasmussen T.B., Ojemann L.M., Outcome with respect to epileptic seizures. In: Engel Jr.J. (Ed.), *Surgical Treatment of the Epileptic Seizures*, 2nd ed. Raven Press, New York, pp. 609–621. ISBN: 0881679887.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS / ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Albert A. Sufianov✉, Dr. of Sci. (Medicine), Professor, Corresponding Member of RAS, Head of Federal Centre of Neurosurgery; Head of the Department of Neurosurgery, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Professor, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>

Ivan S. Sheliagin, neurosurgeon, Federal Centre of Neurosurgery.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0877-7442>

Rinat A. Sufianov, Assistant Professor, Department of Neurosurgery, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4031-0540>

Суфианов Альберт Акромович✉, д-р. мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный врач ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России; зав. кафедрой нейрохирургии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет); профессор ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов».
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-0385>

Шелягин Иван Сергеевич, врач-нейрохирург ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0877-7442>

Суфианов Ринат Альбертович, ассистент кафедры нейрохирургии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4031-0540>

✉ Corresponding author / Автор, ответственный за переписку



Letter to the Editor Regarding “Stereotactic biopsy and laser ablation of the ganglioglioma using a thulium laser: a video case report”

Roy T. Daniel

*Lausanne University Hospital (CHUV), CH-1011 Lausanne, Switzerland
University of Lausanne (UNIL), CH-1015 Lausanne, Switzerland*

To the Editor

With a great interest I've reviewed clinical video-article “Stereotactic Biopsy and Laser Ablation of the Ganglioglioma Using a Thulium Laser”, published by Professor A. Sufianov et al. in *Sechenov Medical Journal* [1]. In my view, it represents the most rapidly developing area of minimally invasive epilepsy surgery today [2–4]. The combination of frameless stereotactic technology using a surgical thulium laser and intraoperative MR monitoring demonstrated in this clinical video case study can be considered one of the most successful surgical strategies for minimally invasive surgical treatment of low-grade malignant brain tumors associated with epilepsy [5, 6]. The authors describe the technology of the surgical intervention step by step in an accessible manner, which is certainly of great practical value for neurosurgeons involved in the surgical treatment of epilepsy.

For citation: Daniel R.T. Letter to the Editor Regarding “Stereotactic biopsy and laser ablation of the ganglioglioma using a thulium laser: a video case report”. *Sechenov Medical Journal*. 2022; 13(2): 34–34. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.34-34>

CONTACT INFORMATION:

Roy Thomas Daniel, MD, MCh Neurosurgery, Department of Clinical Neurosciences, Neurosurgery Service and Gamma Knife Center, Lausanne University Hospital (CHUV) and University of Lausanne (UNIL), Faculty of Biology and Medicine (FBM), Lausanne, Switzerland. <https://orcid.org/0000-0002-7079-9837>

Address: CH-1015 Lausanne, Switzerland

E-mail: roy.daniel@chuv.ch

Conflict of interests. The author declares that there is no conflict of interests.

Received: 16.09.2022

Accepted: 21.09.2022

Date of publication: 23.09.2022

REFERENCES

1. Sufianov A.A., Shelyagin I.S., Sufianov R.A. Stereotactic biopsy and laser ablation of the ganglioglioma using a thulium laser: a video case report. *Sechenov Medical Journal*. Epub ahead of print 09.09.2022. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.471.10>.
2. LaRiviere M.J., Gross R.E. Stereotactic Laser Ablation for Medically Intractable Epilepsy: The Next Generation of Minimally Invasive Epilepsy Surgery. *Front Surg*. 2016 Dec 5; 3: 64. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2016.00064>. PMID: 27995127.
3. Grewal S.S., Tatum W.O. Laser thermal ablation in epilepsy. *Expert Rev Neurother*. 2019 Dec; 19(12): 1211–1218. <https://doi.org/10.1080/14737175.2019.1650642>. Epub 2019 Aug 6. PMID: 31385545.
4. Miller K.J., Fine A.L. Decision-making in stereotactic epilepsy surgery. *Epilepsia*. 2022 Nov; 63(11): 2782–2801. <https://doi.org/10.1111/epi.17381>. Epub 2022 Sep 3. PMID: 35908245.
5. Cobourn K., Fayed I., Keating R.F., et al. Early outcomes of stereoelectroencephalography followed by MR-guided laser interstitial thermal therapy: a paradigm for minimally invasive epilepsy surgery. *Neurosurg Focus*. 2018 Sep; 45(3): E8. <https://doi.org/10.3171/2018.6.FOCUS18209>. PMID: 30173610.
6. Drane D.L. MRI-Guided stereotactic laser ablation for epilepsy surgery: Promising preliminary results for cognitive outcome. *Epilepsy Res*. 2018 May; 142: 170–175. <https://doi.org/10.1016/j.eplesyres.2017.09.016>. Epub 2017 Sep 23. PMID: 28964596; PMCID: PMC5866159.

<https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.35-35>



Отзыв статьи
«Современный взгляд на грудное вскармливание:
эпидемиология и его значение для здоровья матери
и ребенка с позиций общественного здоровья
(по материалам “серии по грудному вскармливанию”
журнала “Ланцет”»)»

Для цитирования: Отзыв статьи «Современный взгляд на грудное вскармливание: эпидемиология и его значение для здоровья матери и ребенка с позиций общественного здоровья (по материалам “серии по грудному вскармливанию” журнала “Ланцет”)». Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 35–35. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.35-35>

Retraction of the article
“The modern approach to breastfeeding: epidemiology
and its importance for maternal and child wellbeing
from the public health prospective (A Review of the
Lancet Breastfeeding Series)”¹

For citation: Retraction of the article “The modern approach to breastfeeding: epidemiology and its importance for maternal and child wellbeing from the public health prospective (A Review of the Lancet Breastfeeding Series)”. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 35–35. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.35-35>

Ретракция статьи «Современный взгляд на грудное вскармливание: эпидемиология и его значение для здоровья матери и ребенка с позиций общественного здоровья (по материалам “серии по грудному вскармливанию” журнала “Ланцет”)» (Абольян Л.В., Новикова С.В.), опубликованной в журнале «Сеченовский вестник». 2017; 1(27): 41–49. https://www.sechenov.ru/upload/iblock/025/170380_sechenovskij_vestnik_1_27_2017_for-sait.pdf, оформлена по инициативе редакции в связи с наличием дублирующей публикации: «Эпидемиология грудного вскармливания, его значение для здоровья матери и ребенка, благополучия и устойчивого развития общества: обзор современных данных» (Абольян Л.В., Лебедева У.М., Степанов К.М., Новикова С.В.), опубликованной в журнале «Якутский Медицинский журнал». 2017; 3(59): 107–112. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29899693>

Согласие авторов на ретракцию получено.

¹ Написание заголовка приведено по материалу, опубликованному в журнале «Сеченовский вестник». 2017; 1(27): 41–49.

<https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.36-36>



Отзыв статьи
«Задача: эффективно и безопасно снизить
артериальное давление. Как это сделать
рационально и современно?»

Для цитирования: Отзыв статьи «Задача: эффективно и безопасно снизить артериальное давление. Как это сделать рационально и современно?». Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 36–36. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.36-36>

Retraction of the article
“An objective: to lower blood pressure effectively and
safely. How to do it in a rational and modern way?”

For citation: Retraction of the article “An objective: to lower blood pressure effectively and safely. How to do it in a rational and modern way?”. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 36–36. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.36-36>

Ретракция статьи «Задача: эффективно и безопасно снизить артериальное давление. Как это сделать рационально и современно?» (Дралова О.В., Максимов М.Л.), опубликованной в журнале «Сеченовский вестник». 2013; 1(11): 47–54. https://www.sechenov.ru/upload/iblock/fcf/350313_sechenovskij_vestnik_1_11_2013_maket.pdf, оформлена по инициативе редакции в связи с наличием дублирующей публикации: «Безопасная гипотензивная терапия: снижение АД или контроль?» (Ермолаева А.С., Дралова О.В., Максимов М.Л.), опубликованной в журнале «Русский Медицинский Журнал». 2014; 4(22): 293–297. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21846267>

Максимов М.Л. не согласен с ретракцией статьи.

<https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.37-37>



Отзыв статьи «Биофармацевтическая классификация лекарственных веществ»

Для цитирования: Отзыв статьи «Биофармацевтическая классификация лекарственных веществ». Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 37–37. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.37-37>

Retraction of the article “The biopharmaceutical classification of medicinal substances”

For citation: Retraction of the article “The biopharmaceutical classification of medicinal substances”. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 37–37. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.37-37>

Ретракция статьи «Биофармацевтическая классификация лекарственных веществ» (Раменская Г.В., Шохин И.Е., Кулинич Ю.И.), опубликованной в журнале «Сеченовский вестник». 2011; 1–2: 57–59. https://www.sechenov.ru/upload/iblock/0c1/pmnnwcjv07qrgvw5sb4aofzx6o3gae5v/Sechenovskii_-vestnik_1_2_2011_R.pdf, оформлена по инициативе редакции в связи с наличием дублирующей публикации: «Классификации лекарственных веществ по их биофармацевтическим свойствам – БКС И BDDCS» (Раменская Г.В., Шохин И.Е., Кулинич Ю.И.), опубликованной в журнале «Вестник Воронежского государственного университета». 2012; 1: 212–215. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17781487>

Появление дублирующей публикации связано с технической ошибкой со стороны редакции.

Согласие авторов на ретракцию получено.

<https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.38-38>



Отзыв статьи
«Свидетельство циркуляции вируса иммунодефицита человека I-го типа (ВИЧ-1) на севере Европы в древности. Палеоэпидемиологический анализ»

Для цитирования: Отзыв статьи «Свидетельство циркуляции вируса иммунодефицита человека I-го типа (ВИЧ-1) на севере Европы в древности. Палеоэпидемиологический анализ». Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 38–38. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.38-38>

Retraction of the article
“Evidence of ancient HIV-1 transmission in the Northern Europe. Palaeoepidemiological analysis”

For citation: Retraction of the article “Evidence of ancient HIV-1 transmission in the Northern Europe. Palaeoepidemiological analysis”. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 38–38. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.38-38>

Ретракция статьи «Свидетельство циркуляции вируса иммунодефицита человека I-го типа (ВИЧ-1) на севере Европы в древности. Палеоэпидемиологический анализ» (Сергиев В.П.), опубликованной в журнале «Сеченовский вестник». 2013; 4(14): 31–38. https://www.sechenov.ru/upload/iblock/925/c3tp1cjzvyclegq6m3vw089kta188v3h/Sechenovskii_vestnik_4_2013_R.pdf, оформлена по инициативе редакции в связи с наличием дублирующей публикации: «Гипотеза о внеафриканском происхождении вируса иммунодефицита человека 1-го типа (ВИЧ-1)» (Сергиев В.П.), опубликованной в журнале «Журнал инфектологии». 2012; 4: 97–104. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18765497>

Автор не ответил на повторные запросы редакции по поводу ретракции статьи.

<https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.39-39>



Отзыв статьи «Противорецидивная химиотерапия эхинококкоза печени»

Для цитирования: Отзыв статьи «Противорецидивная химиотерапия эхинококкоза печени». Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 39–39. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.39-39>

Retraction of the article “Anti-relapse chemotherapy in liver echinococcosis”

For citation: Retraction of the article “Anti-relapse chemotherapy in liver echinococcosis”. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 39–39. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.39-39>

Ретракция статьи «Противорецидивная химиотерапия эхинококкоза печени» (Черноусов А.Ф., Мукантаев Т.Е., Вычужанин Д.В., Левкин В.В., Нурутдинов Р.М.), опубликованной в журнале «Сеченовский вестник». 2016; 4(26): 58–63. https://www.sechenov.ru/upload/iblock/726/161241_sechenovskij_vestnik_4_26_for-sait.pdf, оформлена по инициативе редакции в связи с наличием дублирующей публикации: «Противорецидивная химиотерапия эхинококкоза печени» (Черноусов А.Ф., Мукантаев Т.Е.), опубликованной в журнале «Вестник хирургической гастроэнтерологии». 2016; 4: 31–36. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28356219>

Авторы не ответили на повторные запросы редакции по поводу ретракции статьи.

<https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.40-40>



Отзыв статьи «Клинический случай: вирусный энцефалит»

Для цитирования: Отзыв статьи «Клинический случай: вирусный энцефалит». Сеченовский вестник. 2022; 13(2): 40–40. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.40-40>

Retraction of the article “A clinical case: virus encephalitis”

For citation: Retraction of the article “A clinical case: virus encephalitis”. Sechenov Medical Journal. 2022; 13(2): 40–40. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2022.13.2.40-40>

Ретракция статьи «Клинический случай: вирусный энцефалит» (Шавловская О.А.), опубликованной в журнале «Сеченовский вестник». 2013; 3(13): 48–53. https://www.sechenov.ru/upload/iblock/888/sechenovskij_vestnik_3_13_2013_maket_itog.pdf, оформлена по инициативе редакции в связи с наличием дублирующей публикации: «Вирусный энцефалит, ассоциированный с цитомегаловирусом и вирусом простого герпеса 1 типа у женщины 46 лет» (Шавловская О.А.), опубликованной в журнале «Вестник Алматинского государственного института усовершенствования врачей». 2013; S3. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27146973>

Автор не ответила на повторные запросы редакции по поводу ретракции статьи.



ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России
(Сеченовский Университет)