

Серии научно-практических рецензируемых журналов



# Медицинский АЛФАВИТ

№ 39 / 2021



Modern Functional  
DIAGNOSTICS

**MEDICAL ALPHABET**  
Russian Professional Medical Journal

Современная  
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ  
ДИАГНОСТИКА (4)

**РАСФД**

- 14.01.04 Внутренние болезни
- 14.01.05 Кардиология
- 14.01.11 Нервные болезни
- 14.01.13 Лучевая диагностика,  
лучевая терапия
- 14.01.25 Пульмонология
- 14.02.03 Общественное  
здоровье  
и здравоохранение



Узнайте  
больше:  
[schiller.ru](http://schiller.ru)

## Система регистрации ЭКГ и АД по Холтеру SCHILLER

Система SCHILLER medilog гарантирует непревзойденную точность и открывает новые возможности анализа ЭКГ и АД по Холтеру.



**Научный сайт журнала**

www.med-alfabet.com

**Медицинский портал издательства**

www.medalfavit.ru

**Издательство медицинской литературы**

ООО «Альфмед»

+7 (495) 616-48-00

medalfavit@mail.ru

Россия, 129515, Москва, а/я 94

**Учредитель и главный редактор****издательства**

Татьяна Владимировна Синица

**Адрес редакции**

Москва, ул. Академика Королева, 13,

стр. 1, оф. 720

**Главный редактор журнала**

Сергей Сергеевич Петриков, д.м.н., проф.,

член-корр. РАН, директор ГБУЗ «НИИ СП им.

Н.В. Склифосовского ДЗМ»

**Руководитель проекта «Современная****функциональная диагностика»**

Sfd.ma@list.ru

**Технический редактор**

Александр Сергеевич Савельев

**Руководитель отдела продвижения,****распространения и выставочной****деятельности**

Борис Борисович Будович

medalfavit\_pr@mail.ru

Журнал включен в Перечень ВАК.

Публикуемые материалы могут

не отражать точку зрения редакции.

Исключительные (имущественные)

права с момента получения

материалов принадлежат редакции

журнала «Медицинский алфавит».

Любое воспроизведение материалов

и иллюстраций допускается

с письменного разрешения издателя

и указанием ссылки на журнал.

Редакция не несет ответственности

за содержание рекламных материалов.

К публикации принимаются статьи,

подготовленные в соответствии

с правилами редакции.

За точность сведений об авторах,

правильность цитат и библиографических

данных ответственность несут авторы.

В научной электронной библиотеке

eLibrary.ru доступны полные тексты статей.

Каждой статье присвоен идентификатор

цифрового объекта DOI.

Журнал зарегистрирован Министерством

РФ по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства

массовой информации ПИ № 77-11514

от 04.01.2002.

**Подписка:** через редакцию (podpiska.

ma@mail.ru), на портале medalfavit.ru

и по почтовым каталогам («Роспечать»,

«Почта России») и («Урал-Пресс»).

**Периодичность:** 42 номера в год.**Подписано в печать** 03.12.2021.

Формат А4. Цена договорная.

© Медицинский алфавит, 2021

**Содержание**

- 8 **Стандартизация проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых: консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД)**  
*М.Н. Алехин, С.Ю. Бартош-Зеленая, Н.Ф. Берестень, А.А. Боценко, А.В. Врублевский, Л.О. Глазун, В.А. Кузнецов, В.В. Митьков, М.Д. Митькова, Г.П. Нарциссова, Н.Ю. Неласов, В.И. Новиков, Е.Н. Павлюкова, О.Р. Пестовская, М.К. Рыбакова, М.А. Саидова, В.А. Сандриков, В.П. Седов, В.И. Скидан, М.Ю. Чернов*
- 20 **Характеристика деформации миокарда левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий после кардиоверсии**  
*И.А. Аршинова, М.Г. Полтавская, В.П. Седов, А.А. Богданова, А.Ю. Суворов, А.Ю. Кучина, Т.В. Никифорова*
- 26 **Опрос российских врачей о проведении рутинной электроэнцефалографии**  
*Е.П. Богданова, О.Д. Ельшина, М.В. Синкин*
- 34 **Правила регистрации рутинной ЭЭГ**  
*М.В. Синкин, Е.П. Богданова, О.Д. Ельшина, А.А. Троицкий*
- 39 **Тепловизионные признаки воспалительных заболеваний легких**  
*И.М. Долгов, М.Г. Воловик*
- 45 **Спектр мощности ЭЭГ: ошибки и практика применения (лекция первая)**  
*Л.Б. Иванов*
- 53 **Примерные образцы стандартных операционных процедур, выполняемых работниками среднего звена в отделениях и кабинетах функциональной диагностики**  
*М.В. Пугачев, О.В. Ибатов, Е.В. Коротина, М.В. Синкин*
- 62 **Подписка**
- 63 **Чек-лист и инструкция для врачей, направляющих пациентов с имплантированными искусственными водителями ритма сердца на магнитно-резонансное томографическое исследование. Первое общественное обсуждение**  
*Е.В. Первова*

Журнал «Медицинский алфавит» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по специальностям:

- 14.01.01 — Акушерство и гинекология (медицинские науки);
- 14.01.04 — Внутренние болезни (медицинские науки);
- 14.01.05 — Кардиология (медицинские науки);
- 14.01.06 — Психиатрия (медицинские науки);
- 14.01.10 — Кожные и венерические болезни (медицинские науки);
- 14.01.11 — Нервные болезни (медицинские науки);
- 14.01.12 — Онкология (медицинские науки);
- 14.01.13 — Лучевая диагностика, лучевая терапия (медицинские науки);
- 14.01.14 — Стоматология (медицинские науки);
- 14.01.17 — Хирургия (медицинские науки);

- 14.01.22 — Ревматология (медицинские науки);
- 14.01.25 — Пульмонология (медицинские науки);
- 14.01.28 — Гастроэнтерология (медицинские науки);
- 14.02.01 — Гигиена (медицинские науки);
- 14.02.02 — Эпидемиология (медицинские науки);
- 14.03.09 — Клиническая иммунология, аллергология (медицинские науки);
- 14.03.10 — Клиническая лабораторная диагностика (медицинские науки).

В связи с продвижением контента журнала в международном научном сообществе и расширением его индексирования в наукометрических базах данных, в Scopus, Research4Life, Worldcat, Crossref и т.п. просим оформлять ссылки для цитирования строго по образцу.

**Образец для цитирования:** Алехин М.Н., Иванов С.И., Степанова А.И. Клиническое значение эхокардиографии у больных с COVID-19: систематический обзор. Медицинский алфавит. 2020; (32):8-13. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-32-8-13>

**Journal's Website**

www.med-alphabet.com

**Publishing House's Website**

www.medalfavit.ru

**Founder and Editor-in-Chief**

Tatyana Sinitska

**Alfmed Publishing**

+7 (495) 616-48-00, +7 (495) 116-17-70

medalfavit@mail.ru

Box 94, Moscow, 129515, Russia

**Editorial Office**

Office 720, Bldg. 1, 13 Academician

Korolev Str., Moscow, Russia

**Editor-in-Chief**

Sergey S. Petricov,

Corr. Member of RAS, Dr. of Sci. (Med.),

Prof.

'Morden Functional

Diagnostics'

**Project Manager**

Sfd.ma@list.ru

**Technical Editor**

Alexander Savelyev

**Promotion and Distribution**

Boris Budovich

medalfavit\_pr@mail.ru

The Medical Alphabet is included into the list of scientific peer-reviewed periodicals recommended by the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia for publishing scientific results of dissertations for the degree of Candidate and Doctor of Sciences.

Authors' materials do not necessarily reflect the opinion of the Editorial Office. All exclusive (property) rights on materials printed belong to the Editorial Office from the time of their receipt. Any reproduction of materials is allowed with a reference to the Medical Alphabet after a written permission of the publisher.

The Editorial Office is not responsible for the content of ads.

Only articles prepared in accordance with the Editorial Office's rules are accepted for publication. Authors

are responsible for the accuracy of information, the correctness of citations and bibliographic data.

The full texts of our articles are available at elibrary.ru. DOI is assigned to each article. Registered at the Federal Service

for Supervision of Mass Media, Telecommunications, and Protection of Cultural Heritage. Registration ПИ № 77-11514 of 4.01.2002.

**Frequency of publication:**

42 issues per year.

**Subscription:** podpiska.ma@mail.ru

Free price.

**Signed for press:** 03 Decemder 2021.

© 2021 Medical Alphabet

**Contents**

- 8 Standardization of transthoracic echocardiography in adults: an expert consensus statement from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD)**  
*M. N. Alekhin, S. Yu. Bartosh-Zelenaya, N. F. Beresten, A. A. Boshchenko, A. V. Vrublevskiy, L. O. Glazun, V. A. Kuznetsov, V. V. Mitkov, M. D. Mitkova, G. P. Nartsissova, N. Yu. Nelasov, V. I. Novikov, E. N. Pavlyukova, O. R. Pestovskaya, M. K. Rybakova, M. A. Saidova, V. A. Sandrikov, V. P. Sedov, V. I. Skidan, M. Yu. Chernov*
- 20 Characteristics of left atrial strain in patients with atrial fibrillation after cardioversion**  
*I. A. Arshinova, M. G. Poltavskaya, V. P. Sedov, A. A. Bogdanova, A. Y. Suvorov, A. Y. Kuchina, T. V. Nikiforova*
- 26 Survey among Russian doctors on routine electroencephalography**  
*E. P. Bogdanova, O. D. Elshina, M. V. Sinkin*
- 34 Rules for a routine EEG recording**  
*M. V. Sinkin, E. P. Bogdanova, O. D. Elshina, A. A. Troitskiy*
- 39 Thermography signs of lung inflammation**  
*I. M. Dolgov, M. G. Volovik*
- 45 EEG Power Spectrum: Mistakes and Practical Application**  
*L. B. Ivanov*
- 53 Samples of standard operating procedures performed by mid-level workers in departments and rooms of functional diagnostics**  
*M. V. Pugachev, O. V. Ibatova, E. V. Korotina, V. M. Sinkin*
- 62 Subscription**
- 63 Checklist and Instructions for Physicians Referring Patients with Implanted Artificial Heart Rate Administrators for Magnetic Resonance Imaging. First public discussion.**  
*E. V. Pervova*

The **Medical Alphabet** is included into the list of scientific peer-reviewed periodicals recommended by the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia for publishing scientific results of dissertations for the degree of Candidate and Doctor of Sciences in the following specialties:

14.01.01. Obstetrics and Gynecology (Medical Sciences);  
14.01.04. Internal Diseases (Medical Sciences);  
14.01.05. Cardiology (Medical Sciences);  
14.01.06. Psychiatry (Medical Sciences);  
14.01.10. Skin and Venereal Diseases (Medical Sciences);  
14.01.11. Nervous Diseases (Medical Sciences);  
14.01.12. Oncology (Medical Sciences);  
14.01.13. X-Ray Diagnostics, Radiation Therapy (Medical Sciences);  
14.01.14. Dentistry (medical sciences);  
14.01.17. Surgery (Medical Sciences);  
14.01.22. Rheumatology (Medical Sciences);  
14.01.25. Pulmonology (Medical Sciences);

14.01.28. Gastroenterology (Medical Sciences);  
14.02.01. Hygiene (Medical Sciences);  
14.02.02. Epidemiology (Medical Sciences);  
14.03.09. Clinical Immunology, Allergology (Medical Sciences);  
14.03.10. Clinical Laboratory Diagnostics (Medical Sciences).

Due to promotion of the journal's content in the international scientific community and indexing it in scientific databases i. e., Scopus, Research4Life, WorldCat, Crossref, etc., we ask authors to provide links for citations according to the sample.

**Citation sample:** Ostroumova O. D., Alyautdinova I. A., Ostroumova T. M., Ebzeeva E. Yu., Pavleeva E. E. Choosing the optimal strategy for cerebroprotection in a polymorbid stroke patient. Medical alphabet. 2020 (2): 15–19. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-2-15-19>

## Главный редактор журнала

**Сергей Сергеевич Петриков**, д.м.н., проф., член-корр РАН,  
директор ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»

## Редакционный совет журнала

**Акимкин Василий Геннадьевич** («Эпидемиология и гигиена»), д.м.н., проф., академик РАН, директор ФБУН «ЦНИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора (Москва)

**Артамонова Елена Владимировна** («Диагностика и онкотерапия»), д.м.н., проф. НИИ клинической онкологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава РФ (Москва)

**Бабаева Аида Руфатовна** («Ревматология»), д.м.н., проф., кафедра факультетской терапии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ (Волгоград)

**Балан Вера Ефимовна** («Современная гинекология»), д.м.н., проф., вице-президент Российской ассоциации по менопаузе, ГБУЗ МО «Московский областной НИИ акушерства и гинекологии» (Москва)

**Барбараш Ольга Леонидовна** («Коморбидные состояния»), д.м.н., проф., ФГБНУ «НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (Кемерово)

**Берестень Наталья Федоровна** («Современная функциональная диагностика»), д.м.н., проф., кафедра клинической физиологии и функциональной диагностики Академического образовательного центра фундаментальной и трансляционной медицины ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ (Москва)

**Голубев Валерий Леонидович** («Неврология и психиатрия»), д.м.н., проф., кафедра нервных болезней ФППОВ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ (Москва)

**Евдокимов Евгений Александрович** («Неотложная медицина»), д.м.н., проф., ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ (Москва)

**Круглова Лариса Сергеевна** («Дерматология»), д.м.н., проф., ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ (Москва)

**Кузнецова Ирина Всеволодовна** («Современная гинекология»), д.м.н., проф., кафедра акушерства и гинекологии № 1 лечебного факультета ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ (Москва)

**Кулаков Анатолий Алексеевич** («Стоматология»), д.м.н., проф., академик РАН, отделение клинической и экспериментальной имплантологии ФГБУ НМИЦ «ЦНИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава РФ (Москва)

**Минушкин Олег Николаевич** («Практическая гастроэнтерология»), д.м.н., проф., зав. кафедрой терапии и гастроэнтерологии Центральной государственной медицинской академии (ЦГМА) (Москва)

**Орлова Наталья Васильевна** («Современная поликлиника»), д.м.н., проф., кафедра поликлинической терапии лечебного факультета ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава РФ (Москва)

**Остроумова Ольга Дмитриевна**, д.м.н., проф., зав. кафедрой терапии и полиморбидной патологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ (Москва)

**Падюков Леонид Николаевич**, проф. отделения ревматологии медицинского отдела Каролинского института (г. Стокгольм, Швеция)

**Сандриков Валерий Александрович**, академик РАН, ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского» (Москва)

**Щербо Сергей Николаевич** («Современная лаборатория»), д.м.н., проф., ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (Москва)

## Редакционная коллегия серии «Современная функциональная диагностика»

Главный редактор серии «Современная функциональная диагностика»

**Берестень Наталья Федоровна**, д.м.н., проф., президент РАСФД, (Москва)

Заместители главного редактора

**Стручков Петр Владимирович**, д.м.н., проф. (Москва)

**Дроздов Дмитрий Владимирович**, к.м.н., с.н.с. (Москва)

**Александров Михаил Всеволодович**, д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

**Алехин Михаил Николаевич**, д.м.н., проф. (Москва)

**Бартош-Зелена Светлана Юрьевна**, д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

**Зильбер Эльмира Курбановна**, д.м.н., проф. (г. Калининград)

**Иванов Лев Борисович**, к.м.н. (Москва)

**Каменева Марина Юрьевна**, д.м.н. (г. Санкт-Петербург)

**Кочмашева Валентина Викторовна**, д.м.н. (г. Екатеринбург)

**Куликов Владимир Павлович**, д.м.н., проф. (г. Барнаул)

**Лукина Ольга Федоровна**, д.м.н., проф. (Москва)

**Макаров Леонид Михайлович**, д.м.н., проф. (Москва)

**Нарциссова Галина Петровна**, д.м.н. (г. Новосибирск)

**Новиков Владимир Игоревич**, д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

**Павлов Владимир Иванович**, д.м.н. (Москва)

**Павлюкова Елена Николаевна**, д.м.н., проф. (г. Томск)

**Пронина Виктория Петровна**, к.м.н., ст.н.с. (Москва)

**Рогоза Анатолий Николаевич**, д.б.н., проф. (Москва)

**Савенков Михаил Петрович**, д.м.н., проф. (Москва)

**Сандриков Валерий Александрович**, д.м.н., проф., академик РАН (Москва)

**Седов Всеволод Парисович**, д.м.н., проф. (Москва)

**Селицкий Геннадий Вацлавович**, д.м.н., проф. (Москва)

**Ткаченко Сергей Борисович**, д.м.н., проф. (Москва)

**Терегулов Юрий Эмильевич**, д.м.н. (г. Казань)

**Тривоженко Александр Борисович**, д.м.н. (г. Томск)

**Федорова Светлана Ивановна**, к.м.н., проф. (Москва)

**Шнайдер Наталья Алексеевна**, д.м.н., проф. (Москва)

## Editor-in-Chief

**Petricov S.S.**, MD, professor, director of Research Institute of Emergency Care n.a. N.V. Sklifosovsky (Moscow, Russia)

## Editorial Board

**Akimkin V.G.** (Epidemiology and Hygiene), DM Sci, professor, RAS acad., Central Research Institute of Epidemiology (Moscow, Russia)

**Artamonova E.V.** (Diagnostics and Oncotherapy), DM Sci, professor, National Medical Research Centre of Oncology n.a. N.N. Blokhin (Moscow, Russia)

**Babaeva A.R.** (Rheumatology), DM Sci, professor, Volgograd State Medical University (Volgograd, Russia)

**Balan V.E.** (Modern Gynecology), DM Sci, professor, Vice President of the Russian Menopause Association, Moscow Regional Research Institute for Obstetrics and Gynecology (Moscow, Russia)

**Barbarash O.L.** (Comorbid Conditions), DM Sci, professor, Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases (Kemerovo, Russia)

**Beresten N.F.** (Modern Functional Diagnostics), DM Sci, professor, Russian Medical Academy for Continuing Professional Education (Moscow, Russia)

**Golubev V.L.** (Neurology and Psychiatry), DM Sci, professor, First Moscow State Medical University n.a. I.M. Sechenov (Moscow, Russia)

**Evdokimov E.A.** (Emergency Medicine), DM Sci, professor, Russian Medical Academy for Continuing Professional Education (Moscow, Russia)

**Kruglova L.S.** (Dermatology), DM Sci, professor, Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia (Moscow, Russia)

**Kuznetsova I.V.** (Modern Gynecology), DM Sci, professor, First Moscow State Medical University n.a. I.M. Sechenov (Moscow, Russia)

**Kulakov A.A.** (Dentistry), DM Sci, professor, RASci corr. member, Central Research Institute of Dental and Maxillofacial Surgery (Moscow, Russia)

**Minushkin O.N.** (Practical Gastroenterology), DM Sci, professor, Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia (Moscow, Russia)

**Orlova N.V.** (Modern Polyclinic), DM Sci, professor, Russian National Research Medical University n.a. N.I. Pirogov (Moscow, Russia)

**Ostroumova O.D.**, DM Sci, professor, Russian Medical Academy for Continuing Professional Education (Moscow, Russia)

**Padyukov L.N.**, professor, Karolinska Institute (Stockholm, Sweden)

**Sandrikov V.A.**, RASci acad., Russian Scientific Centre for Surgery n.a. acad. B.V. Petrovsky (Moscow, Russia)

**Scherbo S.N.** (Modern Laboratory), DM Sci, professor, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russia)

## Editorial board of the series 'Modern functional diagnostics'

*Editor-in-chief of the series 'Modern functional diagnostics'*

**Beresten N.F.**, MD, DMSci, professor, President of RASFD (Moscow)

*Deputy editors-in-chief*

**Struchkov P.V.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Drozhdov D.V.**, MD Ph.D. (Moscow)

**Aleksandrov M.V.**, MD, DMSci, professor (St. Petersburg)

**Alekhin M.N.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Bartosh-Zelenaya S. Yu.**, MD, DMSci, professor (St. Petersburg)

**Zilber E.K.**, MD, DMSci, professor (Kaliningrad)

**Ivanov L.B.**, MD Ph.D. (Moscow)

**Kameneva M. Yu.**, MD, DMSci (St. Petersburg)

**Kochmasheva V.V.**, MD, DMSci (Yekaterinburg)

**Kulikov V.P.**, MD, DMSci, professor (Barnaul)

**Lukina O.F.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Makarov L.M.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Narcissova G.P.**, MD, DMSci (Novosibirsk)

**Novikov V.I.**, MD, DMSci, professor (St. Petersburg)

**Pavlov V.I.**, MD, DMSci (Moscow)

**Pavlyukova E.N.**, MD, DMSci, professor (Tomsk)

**Pronina V.P.**, MD Ph.D. (Moscow)

**Rogoza A.N.**, Dr. Sci.Biol., professor (Moscow)

**Savenkov M.P.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Sandrikov V.A.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Sedov V.P.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Selitsky G.V.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Tkachenko S.B.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

**Teregulov Y.E.**, MD, DMSci (Kazan)

**Trivozhenko A.B.**, MD, DMSci, professor (Tomsk)

**Fedorova S.I.**, MD Ph.D., prof. (Moscow)

**Shneider N.A.**, MD, DMSci, professor (Moscow)

## Дорогие коллеги и друзья!

**Н**ЕЗАМЕТНО прошло 5 лет со дня рождения, вернее, выпуска первого номера нашего журнала «Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика»! Это наш первый маленький юбилей, который в действительности является нашей большой победой на пути становления специальности «Функциональная диагностика».

Многие проблемы нашей специальности нам уже удалось решить благодаря возможности обсуждать их на страницах нашего журнала. Мы и в дальнейшем намерены размещать важные материалы, которые помогут в практической работе врачам, медсестрам и техническим работникам отделений и кабинетов функциональной диагностики. Так, в этом номере мы

предлагаем ознакомиться с новыми рекомендациями по проведению трансторакальной эхокардиографии, а также с примерными образцами стандартных операционных процедур, выполняемых работниками среднего звена. Надеемся, что наша помощь подоспеет к каждому из нас вовремя благодаря регулярному знакомству с материалами нашего журнала.

Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики, редакция и редсовет серии журналов «Медицинский алфавит» поздравляют всех специалистов в области функциональной диагностики и смежных специальностей с 5-летием журнала «Современная функциональная диагностика» и желает процветания нашей медицинской профессии и благополучия всем вам!



*Главный редактор серии «Современная функциональная диагностика» журнала «Медицинский алфавит»  
Берестень Н.Ф.*

Всероссийская научно-практическая конференция,  
посвященная 130-летию со дня рождения Савицкого Николая Николаевича

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА  
В РУКАХ КЛИНИЦИСТА**

18-19 февраля 2022 г.  
Санкт-Петербург

[www.medum.org](http://www.medum.org), [info@medum.org](mailto:info@medum.org)



Первый Санкт-Петербургский  
государственный медицинский университет  
имени академика И.П.Павлова

# Стандартизация проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых: консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД)

М. Н. Алехин<sup>1, 2</sup>, С. Ю. Бартош-Зеленая<sup>3</sup>, Н. Ф. Берестень<sup>4</sup>, А. А. Бощенко<sup>5</sup>, А. В. Врублевский<sup>5</sup>, Л. О. Глазун<sup>6</sup>, В. А. Кузнецов<sup>7</sup>, В. В. Митьков<sup>4</sup>, М. Д. Митькова<sup>4</sup>, Г. П. Нарциссова<sup>8</sup>, Н. Ю. Неласов<sup>9</sup>, В. И. Новиков<sup>3</sup>, Е. Н. Павлюкова<sup>5</sup>, О. Р. Пестовская<sup>10</sup>, М. К. Рыбакова<sup>4</sup>, М. А. Саидова<sup>11</sup>, В. А. Сандриков<sup>12</sup>, В. П. Седов<sup>13</sup>, В. И. Скидан<sup>14</sup>, М. Ю. Чернов<sup>10</sup>

Авторы и ассоциации в алфавитном порядке

<sup>1</sup> ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва

<sup>2</sup> ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

<sup>4</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

<sup>5</sup> Научно-исследовательский институт кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск

<sup>6</sup> КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения министерства здравоохранения Хабаровского края», г. Хабаровск

<sup>7</sup> Тюменский кардиологический научный центр ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск

<sup>8</sup> ФГБУ «Национальный исследовательский институт имени академика Е. Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Новосибирск

<sup>9</sup> ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону

<sup>10</sup> ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва

<sup>11</sup> Институт клинической кардиологии имени А. Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

<sup>12</sup> ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», г. Москва

<sup>13</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), г. Москва

<sup>14</sup> ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Хабаровск

Группа экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД) разработала основные требования и рекомендации по проведению трансторакальной эхокардиографии у взрослых пациентов с учетом существующих рекомендательных документов. Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности и условий проведения трансторакальной эхокардиографии. Сформулированы основные требования к ультразвуковым диагностическим аппаратам, используемым при трансторакальной эхокардиографии. Даны рекомендации по процедуре выполнения трансторакальной эхокардиографии, интерпретации результатов и оформлению протокола исследования. Представлен минимальный набор данных для регистрации и сохранения, сформированный на основе современных требований к проведению трансторакальной эхокардиографии. Следование стандарту повысит эффективность проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** трансторакальная эхокардиография (трансторакальное ультразвуковое исследование сердца), стандартизация, протокол, взрослые.

**KEY WORDS:** transthoracic echocardiography, standardization, report, adult.

**ЦИТИРОВАНИЕ:** Алехин М. Н., Бартош-Зеленая С. Ю., Берестень Н. Ф., Бощенко А. А., Врублевский А. В., Глазун Л. О., Кузнецов В. А., Митьков В. В., Митькова М. Д., Нарциссова Г. П., Неласов Н. Ю., Новиков В. И., Павлюкова Е. Н., Пестовская О. Р., Рыбакова М. К., Саидова М. А., Сандриков В. А., Седов В. П., Скидан В. И., Чернов М. Ю. Стандартизация проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых: консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2021; 2: 63–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-63-79>

**CITATION:** Alekhin M. N., Bartosh-Zelenaya S. Yu., Beresten N. F., Boshchenko A. A., Vrublevskiy A. V., Glazun L. O., Kuznetsov V. A., Mitkov V. V., Mitkova M. D., Nartsissova G. P., Nelasov N. Yu., Novikov V. I., Pavlyukova E. N., Pestovskaya O. R., Rybakova M. K., Saidova M. A., Sandrikov V. A., Sedov V. P., Skidan V. I., Chernov M. Yu. Standardization of transthoracic echocardiography in adults: an expert consensus statement from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD). Ultrasound and Functional Diagnostics. 2021; 2: 63–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-63-79> (in Russian)

М. Н. Алехин — д.м.н., заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации; профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

С. Ю. Бартош-Зеленая — д.м.н., профессор кафедры функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-7300-1942>

Н. Ф. Берестень — д.м.н., профессор, профессор кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3583-6839>

А. А. Бощенко — д.м.н., старший научный сотрудник отделения атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца, заместитель директора по научной работе Научно-исследовательского института кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск. <https://orcid.org/0000-0001-6009-0253>

А. В. Врублевский — д.м.н., старший научный сотрудник отделения атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца Научно-исследовательского института кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск. <https://orcid.org/0000-0002-7981-8547>

Л. О. Глазун — д.м.н., профессор, заведующая кафедрой лучевой и функциональной диагностики КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения министерства здравоохранения Хабаровского края», г. Хабаровск. <https://orcid.org/0000-0002-1618-9368>

В. А. Кузнецов — д.м.н., профессор, научный консультант Тюменского кардиологического научного центра ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск. <https://orcid.org/0000-0002-0246-9131>

В. В. Митьков — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1959-9618>

М. Д. Митькова — к.м.н., доцент, доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3870-6522>

Г. П. Нарциссова — д.м.н., врач функциональной диагностики консультативно-диагностического отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е. Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Новосибирск. <https://orcid.org/0000-0001-6322-1087>

Н. Ю. Неласов — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0003-2208-8042>

В. И. Новиков — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-2493-6300>

Е. Н. Павлюкова — д.м.н., профессор, заведующая отделением атеросклероза и хронической ишемической болезни сердца Научно-исследовательского института кардиологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», г. Томск. <https://orcid.org/0000-0002-3081-9477>

О. Р. Пестовская — к.м.н., начальник Центра функционально-диагностических исследований ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1957-7382>

М. К. Рыбакова — д.м.н., профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2395-3341>

М. А. Саидова — д.м.н., профессор, руководитель отдела ультразвуковых методов исследования Института клинической кардиологии имени А. Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3233-1862>

В. А. Сандриков — д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий отделом клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», г. Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1535-5982>

В. П. Седов — д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), г. Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2326-9347>

В. И. Скидан — к.м.н., врач ультразвуковой диагностики клиничко-диагностического отделения ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Хабаровск. <https://orcid.org/0000-0002-2627-3272>

М. Ю. Чернов — врач функциональной диагностики Центра функционально-диагностических исследований ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8291-3441>

**Контактная информация:** 105229 г. Москва, Госпитальная площадь, д. 3, ФГБУ «ГВКГ им. Н.Н. Бурденко», Центр функционально-диагностических исследований. Чернов Михаил Юрьевич. Тел.: +7 (499) 263-55-55, доб. 38-55. E-mail: much1@mail.ru

### Безопасность

Безопасность проведения ультразвукового исследования сердца трансторакального или трансторакальной эхокардиографии (ТТЭхоКГ) для пациента и врача обеспечивается строгим соблюдением норм и правил, установленных соответствующими инструкциями производителя ультразвукового аппарата, а также документами, принятыми в данном учреждении здравоохранения.

Ультразвуковые исследования следует проводить до выполнения радиоизотопного исследования. Медицинский персонал, выполняющий исследования пациентам, которым незадолго до этого был введен радиофармпрепарат, или участвующий в работе в условиях рентгеноперационной, обязан соблюдать правила проведения ТТЭхоКГ и меры защиты медицинского персонала в подобных ситуациях (правила проведения подобных исследований должны быть разработаны в конкретном учреждении с учетом существующих норм, времени выполнения исследований и уровней радиации для конкретного оборудования и радиофармпрепаратов).

### Квалификация врача

ТТЭхоКГ может выполняться у взрослых пациентов врачом ультразвуковой диагностики или врачом функциональной диагностики [1, 2]. Для обеспечения безопасности пациента и поддержания достаточного уровня качества выполнения ТТЭхоКГ врач должен ежегодно проводить не менее 300 ТТЭхоКГ.

### Условия проведения

Размещение и оборудование помещения, в котором проводится ТТЭхоКГ, должны соответствовать гигиеническим требованиям к условиям труда медицинских работников, выполняющих ультразвуковые исследования [3, 4].

Помещение, где проводится исследование, должно быть безопасным и удобным для пациента и врача, обеспечивать конфиденциальность. Конфиденциальность исследования обеспечивается применением дверей, занавесок, ширм и т. п.

Качественное выполнение ТТЭхоКГ требует удобного и эргономичного взаимного расположения аппарата, врача и кровати (медицинской кушетки), на которой находится пациент. Должен быть обеспечен свободный доступ к пациенту. Кровать должна обеспечивать возможность изменения положения тела пациента.

Для анализа полученных данных, формирования протокола, обсуждения полученных данных с другими врачами целесообразно выделять специальное помещение (часть помещения). Целесообразно предусмотреть помещение (часть помещения) для хранения архивов протоколов исследований. Размеры этих помещений (части помещений) должны определяться в зависимости от объемов исследований в конкретном подразделении и количества врачей, выполняющих исследования.

При выполнении исследования на переносном аппарате должны обеспечиваться оптимальные условия для пациента, врача и аппарата. В случае невозможности

обеспечения оптимальных условий для пациента, врача или аппарата это должно быть указано в протоколе исследования. Например, вынужденное положение пациента (на спине, на правом боку, сидя и т. п.); повышенная освещенность; работа электроприборов, вызывающая различные артефакты на изображении, и т. п.

### Аппараты и условия их эксплуатации

Аппараты, с использованием которых проводится ТТЭхоКГ, должны быть безопасны при эксплуатации и технически исправны. Врач должен быть уверен в точности полученных данных, что обеспечивается систематическим профилактическим техническим обслуживанием, регламентными работами, рекомендованными производителем, и метрологическим контролем. Эксплуатация аппаратов проводится в условиях (температура воздуха, влажность и т. п.), рекомендованных производителем.

Аппарат и его датчики подвергаются очистке и дезинфекции. Частота и правила проведения очистки и дезинфекции определяются соответствующими нормативными документами с учетом эпидемиологической обстановки в медицинской организации. Систематически проводится очистка фильтров согласно техническим требованиям производителя.

Ультразвуковые аппараты для проведения ТТЭхоКГ должны отвечать следующим минимальным требованиям.

1. Быть оснащены:

- каналом ЭКГ,
- секторными фазированными датчиками с диапазоном частот не уже 2–4,5 МГц для обследования взрослых.

2. Обеспечивать возможность проведения исследования:

- в М-режиме;
- в двухмерном (2D) режиме, в том числе с использованием тканевой гармоник;
- в спектральных доплерографических режимах (импульсноволновом и непрерывноволновом), а также в режиме тканевой доплерографии с обеспечением во всех случаях звуковой индикации сигнала;
- в режиме цветового доплеровского картирования кровотока.

3. На экране прибора, а также на сохраняемых изображениях и видеоклипах (в том числе экспортируемых в формате DICOM) должны отображаться идентификационные данные пациента, дата и время исследования, название учреждения, основные технические характеристики текущего режима, ЭКГ.

4. Позволять выполнять следующие измерения и вычисления:

- расстояние между двумя точками,
- площадь,
- объем,
- интервал времени,
- скорость кровотока,
- максимальный градиент давления,
- средний градиент давления.

Для аппаратов, используемых для ТТЭхоКГ, рекомендуется следующий набор функций.

1. Специальное прикладное программное обеспечение для кардиологических исследований, позволяющее выполнять специальные измерения и вычисления (объемы различных камер сердца, фракция выброса левого желудочка, масса миокарда левого желудочка, площади отверстий клапанов сердца, объем регургитации за один сердечный цикл, фракция регургитации, эффективная площадь отверстия регургитации и т. д.).

2. Возможность использования недоплеровских методов оценки движения тканей (спекл-трекинг и др.).

### Назначение, выполнение, регистрация данных и протокол исследования

В настоящее время порядок организации и проведения ТТЭхоКГ изложен в Приказе Министерства здравоохранения РФ от 8 июня 2020 г. № 557н «Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований» [1] и в Приказе Министерства здравоохранения РФ от 26 декабря 2016 г. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований» [2].

Врачу, выполняющему ТТЭхоКГ, в проведении исследования оказывает помощь медицинская сестра [1, 2]. Медицинская сестра принимает непосредственное участие в исследовании в рамках выполнения отведенных ей технологических операций (регистрация пациентов и исследований в учетных документах, регулирование потока посетителей, создание необходимых условий труда в диагностических кабинетах, повседневные мероприятия по поддержанию надлежащего санитарного состояния помещений, соблюдению требований гигиены и санитарно-противоэпидемического режима, получение данных о росте и весе пациента, измерение артериального давления и т. п.). Длительность ТТЭхоКГ определяется целью ее выполнения, условиями проведения, качеством визуализации сердца, объемом стандартного протокола и обычно составляет около 60 мин. При необходимости дополнительного количественного анализа (например, при пороках сердца, нарушениях ритма и проводимости и т. п.) или использовании дополнительных методик (недоплеровские методы оценки движения тканей, ультразвуковые контрастные препараты, режим 3D и т. п.) время исследования может увеличиваться на 15–30 мин [5, 6].

Назначение на ТТЭхоКГ оформляется письменно в истории болезни или медицинской карте амбулаторного пациента и подписывается лечащим врачом. Могут быть использованы медицинские электронные записи при наличии электронной подписи лечащего врача. В исключительных случаях исследование может быть выполнено при устном обращении в ситуациях угрозы жизни пациента и оказания реанимационной помощи. В организациях должен быть предусмотрен механизм контроля и проверки адекватности назначения ТТЭхоКГ клинической ситуации. Направление на ТТЭхоКГ должно быть оформлено в соответствии с действующими Правилами проведения ультразвуковых исследований [1] и Правилами проведения функциональных исследований [2]. Дополнительно к этому в направлении рекомендуется указывать следующие пункты.

1. Тип исследования:
  - полное,
  - фокусированное (в данном документе не рассматривается).
2. Форма исследования:
  - экстренное,
  - неотложное,
  - плановое.
3. Показания к ТТЭхоКГ в соответствии с действующими клиническими рекомендациями.

По результатам ТТЭхоКГ в день ее проведения составляется протокол ТТЭхоКГ, который заполняется разборчиво от руки или формируется в печатном виде и заверяется личной подписью врача, проводившего исследование. При проведении ТТЭхоКГ в рамках оказания медицинской помощи в экстренной форме протокол составляется непосредственно после проведения ТТЭхоКГ и немедленно передается лечащему врачу. В случае выявления изменений, угрожающих жизни пациента, лечащий врач должен быть оповещен об этом немедленно, а протокол выдан сразу после завершения исследования. Копия протокола ТТЭхоКГ может быть выдана по устному запросу пациента или его законного представителя указанному лицу медицинской организацией, проводившей ТТЭхоКГ [1, 2].

Протокол ТТЭхоКГ формируется на основе требований Правил проведения ультразвуковых исследований [1] и Правил проведения функциональных исследований [2] и должен содержать:

- наименование медицинской организации в соответствии с уставом медицинской организации, в которой проводилась ТТЭхоКГ, адрес ее места нахождения;
- дату и время проведения ТТЭхоКГ;
- название (модель) ультразвукового аппарата;
- фамилию, имя, отчество (при наличии) пациента, дату его рождения и пол;
- технологические характеристики ТТЭхоКГ, в том числе указание качества визуализации сердца (оптимальное, удовлетворительное, неудовлетворительное), ритма сердца (фибрилляция предсердий, частая экстрасистолия, выраженная брадикардия и т. п.);
- подробное описание результатов проведенной ТТЭхоКГ;
- расчетные показатели ТТЭхоКГ;
- заключение по результатам ТТЭхоКГ;
- фамилию, имя, отчество (при наличии) врача, выполнявшего ТТЭхоКГ, контактный телефон (при наличии), адрес электронной почты (при наличии).

Все данные исследования сохраняются в цифровом виде. Минимальный набор данных для регистрации и сохранения, сформированный на основе современных требований к проведению ТТЭхоКГ [6–13], представлен в таблице. Дополнительно к оригинальному формату могут быть использованы другие форматы хранения данных, предпочтительно DICOM. Для каждого фрагмента исследования в М-режиме и спектральных доплеровских режимах сохраняются не менее 3–5 сердечных циклов непрерывной записи. Для изображений в режиме 2D, в том числе в сочетании с цветовым доплеровским картированием

**Минимальный набор оцифрованных данных, рекомендованный для регистрации и сохранения при ТЭхоКГ**

Ультразвуковая позиция	Тип сохраняемых данных и режим исследования
Парастернальная позиция по длинной оси левого желудочка	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (М-режим) на уровне створок аортального клапана Кадр (М-режим) на уровне концов створок митрального клапана
Парастернальная позиция по короткой оси на уровне створок аортального клапана	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (М-режим), при необходимости
Парастернальная позиция по короткой оси на уровне створок митрального клапана	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (М-режим), при необходимости
Парастернальная позиция по короткой оси на уровне базальных отделов левого желудочка	Кинопетля (2D)
Парастернальная позиция по короткой оси на уровне средних отделов левого желудочка	Кинопетля (2D)
Парастернальная позиция по короткой оси на уровне апикальных отделов левого желудочка	Кинопетля (2D)
Парастернальная позиция приносящего тракта правого желудочка	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (транстрикуспидальный поток в непрерывноволновом доплеровском режиме)
Парастернальная позиция по короткой оси на уровне выносящего тракта правого желудочка	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (поток на уровне выносящего тракта правого желудочка в импульсноволновом доплеровском режиме) Кадр (поток на уровне легочного ствола и его клапана в непрерывноволновом доплеровском режиме)
Апикальная четырехкамерная позиция	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (транстрикуспидальный поток в непрерывноволновом доплеровском режиме) Кадр (поток на уровне створок трикуспидального клапана в импульсноволновом доплеровском режиме) Кадр (трансмитральный поток в непрерывноволновом доплеровском режиме), при необходимости Кадр (поток на уровне створок митрального клапана в импульсноволновом доплеровском режиме) Кадр (максимальные скорости движения медиальной части фиброзного кольца митрального клапана (e' m, a' m, s' m) в режиме тканевой доплерографии) Кадр (максимальные скорости движения латеральной части фиброзного кольца митрального клапана (e' l, a' l, s' l) в режиме тканевой доплерографии)
Апикальная четырехкамерная правоориентированная позиция	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (движение латеральной части фиброзного кольца трехстворчатого клапана в М-режиме) Кадр (максимальные скорости движения латеральной части фиброзного кольца трехстворчатого клапана (e' l, a' l, s' l) в режиме тканевой доплерографии)
Апикальная двухкамерная позиция	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК)
Апикальная пятикамерная позиция	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (поток на уровне корня аорты и аортального клапана в непрерывноволновом доплеровском режиме) Кадр (поток на уровне выносящего тракта левого желудочка в импульсноволновом доплеровском режиме)
Апикальная позиция по длинной оси левого желудочка (трехкамерная)	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (поток на уровне корня аорты и аортального клапана в непрерывноволновом доплеровском режиме) Кадр (поток на уровне выносящего тракта левого желудочка в импульсноволновом доплеровском режиме)
Субкостальная четырехкамерная позиция	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК)
Субкостальная позиция нижней полой вены	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (оценка величины коллабирования нижней полой вены на вдохе в 2D или М-режиме)
Супрастернальная позиция по длинной оси на уровне дуги аорты	Кинопетля (2D) Кинопетля (2D+ЦДК) Кадр (поток на уровне нисходящей аорты в непрерывноволновом доплеровском режиме) Кадр (поток в нисходящей аорте сразу ниже отхождения левой подключичной артерии в импульсноволновом доплеровском режиме)

Позиция, в которой будет зарегистрирована наибольшая максимальная скорость систолического потока в устье аорты	Кадр (систолический поток в устье аорты с наибольшей максимальной скоростью в непрерывноволновом доплеровском режиме)
Позиция, в которой будет зарегистрирована наибольшая максимальная скорость трикуспидальной регургитации	Кадр (транстрикуспидальный поток с наибольшей максимальной скоростью в непрерывноволновом доплеровском режиме)

Примечание: ЦДК — цветное доплеровское картирование. Минимальный размер кинопетли составляет один сердечный цикл.

**Digitally stored static and dynamic images which are recommended for recording during transthoracic echocardiography**

Views	Still-frame images and dynamic imaging (cine loop)
Parasternal long axis view of the left ventricle	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (M-mode) at the level of the aortic valve Image (M-mode) at the level of the mitral valve
Parasternal short-axis view at aortic valve level	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (M-mode), if necessary
Parasternal short-axis view at mitral valve level	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (M-mode), if necessary
Parasternal short axis view (left ventricle basal level)	Cine loop (2D)
Parasternal short axis view (left ventricle mid-level)	Cine loop (2D)
Parasternal short axis view (left ventricle apical level)	Cine loop (2D)
Parasternal right ventricular inflow-tract view	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (transtricuspid flow spectrum with CW Doppler)
Parasternal right ventricular outflow-tract view	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (right ventricular outflow tract flow spectrum with PW Doppler) Image (transpulmonary flow spectrum with CW Doppler)
Apical four-chamber view	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (transtricuspid flow spectrum with CW Doppler) Image (flow spectrum with PW Doppler at the level of tricuspid valve) Image (transmitral flow spectrum with CW Doppler), if necessary Image (flow spectrum with PW Doppler at the level of mitral valve) Image (medial mitral annular maximal velocities (e' m, a' m, s' m) with pulsed DTI) Image (lateral mitral annular maximal velocities (e' l, a' l, s' l) with pulsed DTI)
Apical four-chamber view right ventricular focused	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (lateral tricuspid annular movement with M-mode) Image (lateral tricuspid annular maximal velocities (e' l, a' l, s' l) with pulsed DTI)
Apical two-chamber view	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler)
Apical five-chamber view	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (flow spectrum with CW Doppler at the level of aortic root and aortic valve) Image (left ventricular outflow tract flow spectrum with PW Doppler)
Apical long axis view (three-chamber)	Cine loop (2D) Cine loop (2D + color Doppler) Image (flow spectrum with CW Doppler at the level of aortic root and aortic valve) Image (left ventricular outflow tract flow spectrum with PW Doppler)
Subcostal four-chamber view	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler)
Subcostal inferior vena cava view	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (assessment IVC collapsibility during inspiration with 2D or M-mode)
Suprasternal long-axis view of the aortic arch	Cine loop (2D) Cine loop (2D+color Doppler) Image (descending aorta flow spectrum with CW Doppler) Image (descending aorta (below the subclavian ostium) flow spectrum with PW Doppler)
Any position with the highest aortic jet maximal velocity	Image (the highest transaortic/outflow tract maximal velocity with CW Doppler)
Any position with the highest tricuspid regurgitation maximal velocity	Image (the highest tricuspid regurgitation maximal velocity with CW Doppler)

Abbreviations: CW — continuous wave Doppler, PW — pulsed wave Doppler, DTI — Doppler tissue imaging.

кровотока, выполняется запись в реальном времени длительностью не менее одного полного сердечного цикла. Данные исследований могут храниться локально или в компьютерных сетях. Должны быть обеспечены безопасность данных и резервное копирование, а также возможность несанкционированного доступа.

### Процедура выполнения ТТЭхоКГ, интерпретация результатов и формирование протокола

Пациент и/или его законные представители должны быть проинформированы об исследовании. Перед проведением исследования должны быть вычислены площадь поверхности тела и индекс массы тела исходя из роста и веса пациента, измерено артериальное давление. Необходимо получить данные об имеющихся у пациента заболеваниях и его состоянии.

### Основные компоненты ТТЭхоКГ

В ходе проведения исследования должны быть выполнены все необходимые технологические операции. Если оптимальное изображение или доплеровский сигнал в какой-либо позиции не могут быть получены, то это должно быть зарегистрировано и отражено в протоколе исследования.

При ТТЭхоКГ необходимо обязательно оценить (но не ограничиваться этим) следующие структуры:

- левый желудочек;
- правый желудочек;
- левое предсердие;
- правое предсердие;
- межкамерные перегородки;
- аортальный клапан;
- клапан легочного ствола;
- митральный клапан;
- трикуспидальный клапан;
- аорта (восходящий отдел и дуга, когда это возможно);
- легочный ствол и, когда это возможно, его бифуркация с начальными отделами правой и левой легочных артерий;
- нижняя полая вена;
- перикард.

Полное доплеровское исследование включает в себя исследование нормальных и патологических потоков в области клапанов сердца, крупных сосудов и межкамерных перегородок в режиме цветового доплеровского картирования кровотока, а также в непрерывноволновом и импульсноволовном спектральных режимах.

При ТТЭхоКГ визуализация сердца и крупных сосудов осуществляется в следующих ультразвуковых позициях (но не ограничивается этим).

В режиме 2D:

- парастеральная позиция по длинной оси левого желудочка (+ М-режим на уровне створок аортального клапана, на уровне концов створок митрального клапана);
- парастеральные позиции по короткой оси (на уровне створок аортального клапана, на уровне выносящего

тракта правого желудочка и легочного ствола, створок митрального клапана, а также на уровне базальных, средних и апикальных отделов левого желудочка), при необходимости исследование может дополняться М-режимом;

- парастеральная позиция приносящего тракта правого желудочка;
- парастеральная позиция по длинной оси выносящего тракта правого желудочка и легочного ствола;
- апикальная четырехкамерная позиция;
- апикальная четырехкамерная правоориентированная позиция;
- апикальная двухкамерная позиция;
- апикальная пятикамерная позиция;
- апикальная позиция по длинной оси левого желудочка (трехкамерная);
- субкостальная четырехкамерная позиция;
- субкостальная позиция по короткой оси (если это возможно);
- субкостальная позиция нижней полой вены;
- супрастеральные позиции (если это возможно).

При доплеровском исследовании:

- антероградные и регургитационные потоки через все клапаны сердца, по крайней мере в двух позициях;
- при наличии трикуспидальной регургитации она должна оцениваться во всех доступных позициях с целью получения максимальной скорости в непрерывноволновом режиме для оценки давления в легочной артерии;
- область межкамерных перегородок во всех доступных позициях с целью выявления сброса крови через дефекты ткани;
- систолический поток в выносящем тракте левого желудочка в импульсноволовном режиме в апикальной пятикамерной позиции и апикальной позиции по длинной оси левого желудочка (трехкамерной);
- при предполагаемом или имеющемся стенозе устья аорты доплеровское исследование в непрерывноволновом режиме проводится из различных доступов (например, апикальный, супрастеральный и правый парастеральный) с использованием различных позиций с целью получения максимальной скорости систолического потока в устье аорты;
- для оценки диастолической функции левого желудочка используются методы тканевой доплерографии, а также спектральные режимы импульсноволовной (трансмитральный поток) и непрерывноволновой (максимальная скорость трикуспидальной регургитации) доплерографии;
- дополнительно при необходимости могут быть оценены спектры доплеровских потоков в легочных и печеночных венах.

Следующие измерения и вычисления должны быть обязательно выполнены:

- конечный диастолический размер и/или объем левого желудочка,
- конечный систолический размер и/или объем левого желудочка,
- толщина задней стенки левого желудочка в конце диастолы,

- толщина межжелудочковой перегородки в конце диастолы,
- размеры правого желудочка в конце диастолы,
- размеры в конце систолы и/или объем левого предсердия,
- размеры в конце систолы и/или объем правого предсердия,
- диаметры восходящей аорты (на уровне синусов, синотубулярного соединения и тубулярной части в конце диастолы),
- диаметр легочного ствола на уровне между синусами и бифуркацией.

У лиц с нормальной массой тела все полученные размеры и объемы камер сердца, диаметры аорты и масса миокарда левого желудочка должны быть проиндексированы на площадь поверхности тела. При ожирении (индекс массы тела  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup>) или патологическом снижении массы тела (индекс массы тела  $< 16$  кг/м<sup>2</sup>) для индексирования могут быть использованы рост с различными аллометрическими сигналами или обезжиренная масса тела.

При необходимости в случае оптимальной визуализации исследование может быть дополнено сканированием в режиме 3D (4D) и проведением оценки продольной систолической деформации миокарда левого желудочка с использованием технологии спекл-трекинг.

Для оценки диастолической функции левого желудочка должны быть измерены, вычислены и оценены индекс объема левого предсердия, максимальная скорость трикуспидальной регургитации в непрерывноволновом режиме, максимальные скорости движения медиальной ( $e'_m$ ) и латеральной ( $e'_l$ ) частей фиброзного кольца митрального клапана в режиме тканевой доплерографии и их средняя скорость по формуле:

$$e'_{\text{mean}} = \frac{e'_m + e'_l}{2},$$

а также максимальная скорость пика E трансмитрального диастолического потока и отношение  $E/e'_{\text{mean}}$ .

### Интерпретация полученных данных и формирование протокола исследования

Оформляемый по результатам проведения ТТЭхоКГ протокол должен содержать три раздела.

1. Общая информация: демографические данные пациента и другая идентификационная информация.
2. Эхокардиографические и доплеровские данные.
3. Заключение в виде текста, содержащего итоговую информацию.

Все протоколы в данном учреждении должны быть стандартизованы, а все врачи, работающие в этом учреждении, должны использовать одинаковые диагностические критерии и формулировки.

Протокол должен отражать ход выполнения и результаты ТТЭхоКГ.

Раздел общей информации должен соответствовать Правилам проведения ультразвуковых исследований [1]

и Правилам проведения функциональных исследований [2]. Наряду с этим рекомендуется указывать (но не ограничиваться этим):

- рост,
- вес,
- пол,
- артериальное давление.

В разделе эхокардиографических и доплеровских данных указываются результаты измерений и вычислений. В случае технической доступности рекомендуется указывать (но не ограничиваться этим):

- частоту сердечных сокращений и ритм сердца (синусовый, фибрилляция предсердий, частая экстрасистолия и т.п.);
- конечный диастолический размер и/или объем левого желудочка;
- конечный систолический размер и/или объем левого желудочка;
- фракцию выброса левого желудочка;
- показатель глобальной продольной систолической деформации левого желудочка;
- толщину задней стенки левого желудочка в конце диастолы;
- толщину межжелудочковой перегородки в конце диастолы;
- массу миокарда левого желудочка, индекс массы миокарда левого желудочка (при ожирении для индексирования нельзя использовать площадь поверхности тела);
- размеры правого желудочка в конце диастолы (парастернальная позиция по длинной оси и/или апикальная четырехкамерная правоориентированная позиция);
- размеры в конце систолы и/или объем левого предсердия;
- размеры в конце систолы и/или объем правого предсердия;
- показатели систолической функции правого желудочка (или амплитуду движения кольца трикуспидального клапана (tricuspid annular plane systolic excursion — TAPSE), или скорость движения фиброзного кольца трехстворчатого клапана в импульсноволовном режиме тканевой доплерографии, или фракцию изменения площади правого желудочка (fractional area change — FAC), или миокардиальный индекс (myocardial performance index — MPI));
- диаметры восходящей аорты (на уровне синусов и тубулярной части в конце диастолы);
- максимальные скорости трансклапанных потоков и средние градиенты давления (при подозреваемом или выявленном стенозе);
- площади отверстий клапанов (при подозреваемом или выявленном стенозе);
- при оптимальном качестве спектра трикуспидальной регургитации в непрерывноволновом режиме — максимальную скорость трикуспидальной регургитации, систолическое давление в правом желудочке или легочной артерии (как альтернатива, при оптимальном качестве спектра регургитации на клапане легочного ствола в непрерывноволновом режиме — среднее давление в легочной артерии).

При необходимости должны быть проведены дополнительные измерения и вычисления.

В тексте заключения должны быть оценены и прокомментированы следующие позиции.

— Левый желудочек: размеры (нормальный или увеличенный), толщина стенок в диастолу, масса миокарда, фракция выброса и региональная сократимость. Если оценивалась диастолическая функция, то это должно быть указано и прокомментировано.

— Правый желудочек: размеры (нормальный или увеличенный) и функция.

— Левое предсердие: размеры и/или объем, индекс объема (нормальное или увеличенное).

— Правое предсердие: размеры и/или объем, индекс объема (нормальное или увеличенное).

— Аорта: размеры (нормальные или увеличенные), состояние стенки.

— Нижняя полая вена: диаметр (нормальный, увеличенный или уменьшенный) и степень коллабирования на вдохе.

— Состояние всех клапанов сердца. Наличие и выраженность регургитации на клапанах сердца.

— Состояние перикарда.

Если при ТТЭхоКГ будут обнаружены плевральный выпот или свободная жидкость в брюшной полости, то это должно быть указано в заключении.

При неясности полученных данных в заключении может указываться перечень возможных причин выявленных изменений. Врач, проводивший ТТЭхоКГ, может в заключении дать рекомендации по уточнению полученных данных, включая расширенную клиническую оценку статуса пациента, дополнительные инструментальные и лабораторные исследования.

#### Список литературы / References

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 8 июня 2020 г. № 557н «Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74536910/> (дата обращения: 25.06.2021). Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 08.06.2020 No. 557n About the approval of ultrasound regulation, <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74536910/> (accessed: 25.06.2021) (in Russian).
2. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 26 декабря 2016 г. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований». <http://ivo.garant.ru/#/document/71611460/paragraph/1:0> (дата обращения: 25.06.2021). Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 26.12.2016 No. 997n About the approval of functional diagnostics regulation, <http://ivo.garant.ru/#/document/71611460/paragraph/1:0> (accessed: 25.06.2021) (in Russian).
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 24 декабря 2020 г. № 44 «Об утверждении санитарных правил СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400063274/> (дата обращения: 25.06.2021). Resolution of the chief state sanitary physician of the Russian Federation dated 24.12.2020 No. 44 About the approval of the sanitary regulation SP 2.1.3678, <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400063274/> (accessed: 25.06.2021) (in Russian).
4. P 2.2.4/2.2.9.2266–07 Гигиенические требования к условиям труда медицинских работников, выполняющих ультразвуковые исследования. 2007. <https://docs.cntd.ru/document/1200062394> (дата обращения: 25.06.2021) R 2.2.4/2.2.9.2266–07 Hygiene requirements for working conditions of ultrasound practitioners, <https://docs.cntd.ru/document/1200062394> (2007, accessed: 25.06.2021) (in Russian).
5. Popescu B. A., Stefanidis A., Nihoyannopoulos P., Fox K. F., Ray S., Cardim N., Rigo F., Badano L. P., Fraser A. G., Pinto F., Zamorano J. L., Habib G., Maurer G., Lancellotti P. Updated standards and processes for accreditation of echocardiographic laboratories from the European Association of Cardiovascular Imaging: an executive summary. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2014; 15 (11): 1188–1193. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu057>
6. Intersocietal Accreditation Commission. IAC Standards and Guidelines for Adult Echocardiography Accreditation, <https://www.intersocietal.org/echo/standards/IACAdultEchocardiographyStandards2021.pdf> (2021, accessed: 25.06.2021).
7. Evangelista A., Flachskampf F., Lancellotti P., Badano L., Aguilar R., Monaghan M., Zamorano J., Nihoyannopoulos P.; European Association of Echocardiography. European Association of Echocardiography recommendations for standardization of performance, digital storage and reporting of echocardiographic studies. *Eur. J. Echocardiogr.* 2008; 9 (4): 438–448. <https://doi.org/10.1093/ejehocardi/jen174>
8. Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F. A., Foster E., Goldstein S. A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M. H., Rietzschel E. R., Rudski L., Spencer K. T., Tsang W., Voigt J. U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28 (1): 1–39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
9. Nagueh S. F., Smiseth O. A., Appleton C. P., Byrd B. F. 3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F. A., Gillebert T. C., Klein A. L., Lancellotti P., Marino P., Oh J. K., Alexandru Popescu B., Waggoner A. D.; Houston, Texas; Oslo, Norway; Phoenix, Arizona; Nashville, Tennessee; Hamilton, Ontario, Canada; Uppsala, Sweden; Ghent and Liège, Belgium; Cleveland, Ohio; Novara, Italy; Rochester, Minnesota; Bucharest, Romania; and St. Louis, Missouri. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2016; 17 (12): 1321–1360. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew082>
10. Baumgartner H. Chair, Hung J. Co-Chair, Bermejo J., Chambers J. B., Edvardsen T., Goldstein S., Lancellotti P., LeFevre M., Miller F. Jr., Otto C. M. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2017; 18 (3): 254–275. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew335>
11. Galderisi M., Cosyns B., Edvardsen T., Cardim N., Delgado V., Di Salvo G., Donal E., Sade L. E., Ernande L., Garbi M., Grapsa J., Hagendorff A., Kamp O., Magne J., Santoro C., Stefanidis A., Lancellotti P., Popescu B., Habib G.; 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2017; 18 (12): 1301–1310. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jex244>
12. Zoghbi W. A., Adams D., Bonow R. O., Enriquez-Sarano M., Foster E., Grayburn P. A., Hahn R. T., Han Y., Hung J., Lang R. M., Little S. H., Shah D. J., Shernan S., Thavendiranathan P., Thomas J. D., Weissman N. J. Recommendations for noninvasive evaluation of native valvular regurgitation: a report from the American Society of Echocardiography developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2017; 30 (4): 303–371. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.01.007>
13. Mitchell C., Rahko P. S., Blauwet L. A., Canaday B., Finstuen J. A., Foster M. C., Horton K., Ogunyankin K. O., Palma R. A., Velazquez E. J. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2019; 32 (1): 1–64. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2018.06.004>

# Standardization of transthoracic echocardiography in adults: an expert consensus statement from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD)

M. N. Alekhin<sup>1,2</sup>, S. Yu. Bartosh-Zelenaya<sup>3</sup>, N. F. Beresten<sup>4</sup>, A. A. Boshchenko<sup>5</sup>, A. V. Vrublevskiy<sup>5</sup>, L. O. Glazun<sup>6</sup>, V. A. Kuznetsov<sup>7</sup>, V. V. Mitkov<sup>4</sup>, M. D. Mitkova<sup>4</sup>, G. P. Nartsissova<sup>8</sup>, N. Yu. Nelasov<sup>9</sup>, V. I. Novikov<sup>3</sup>, E. N. Pavlyukova<sup>5</sup>, O. R. Pestovskaya<sup>10</sup>, M. K. Rybakova<sup>4</sup>, M. A. Saidova<sup>11</sup>, V. A. Sandrikov<sup>12</sup>, V. P. Sedov<sup>13</sup>, V. I. Skidan<sup>14</sup>, M. Yu. Chernov<sup>10</sup>

*Authors and societies in alphabetical order*

<sup>1</sup> Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of Russian Federation, Moscow

<sup>2</sup> Central State Medical Academy of the Presidential Administration of Russian Federation, Moscow

<sup>3</sup> North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint-Petersburg

<sup>4</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow

<sup>5</sup> Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk

<sup>6</sup> Postgraduate Institute for Public Health Workers, Khabarovsk

<sup>7</sup> Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk

<sup>8</sup> E. Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk

<sup>9</sup> Rostov State Medical University, Rostov-on-Don

<sup>10</sup> N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow

<sup>11</sup> Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center of Cardiology, Moscow

<sup>12</sup> B. V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow

<sup>13</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow

<sup>14</sup> Federal Centre of Cardiovascular Surgery, Khabarovsk

**M. N. Alekhin** — M.D., Ph.D., Head of Functional Diagnostics Department, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of Russian Federation; Professor, Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of the Presidential Administration of Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

**S. Yu. Bartosh-Zelenaya** — M.D., Ph.D., Professor, Division of Functional Diagnostics, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint-Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-7300-1942>

**N. F. Beresten** — M.D., Ph.D., Professor, Division of Clinical Physiology and Functional Diagnostics, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-3583-6839>

**A. A. Boshchenko** — M.D., Ph.D., Senior Researcher, Atherosclerosis and Chronic Ischemic Heart Disease Department; Deputy Director for Research, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0001-6009-0253>

**A. V. Vrublevskiy** — M.D., Ph.D., Senior Researcher, Atherosclerosis and Chronic Ischemic Heart Disease Department, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0002-7981-8547>

**L. O. Glazun** — M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Radiology and Functional Diagnostics, Postgraduate Institute for Public Health Workers, Khabarovsk. <https://orcid.org/0000-0002-1618-9368>

**V. A. Kuznetsov** — M.D., Ph.D., Professor, Scientific Consultant, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0002-0246-9131>

**V. V. Mitkov** — M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-1959-9618>

**M. D. Mitkova** — M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3870-6522>

**G. P. Nartsissova** — M.D., Ph.D., Diagnostics Department, E. Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk. <https://orcid.org/0000-0001-6322-1087>

**N. Yu. Nelasov** — M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don. <https://orcid.org/0000-0003-2208-8042>

**V. I. Novikov** — M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Functional Diagnostics, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint-Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-2493-6300>

**E. N. Pavlyukova** — M.D., Ph.D., Professor, Head of Atherosclerosis and Chronic Ischemic Heart Disease Department, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk. <https://orcid.org/0000-0002-3081-9477>

**O. R. Pestovskaya** — M.D., Ph.D., Head of Center for Diagnostic Research, N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1957-7382>

**M. K. Rybakova** — M.D., Ph.D., Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2395-3341>

**M. A. Saidova** — M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Department, Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center of Cardiology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3233-1862>

**V. A. Sandrikov** — M.D., Ph.D., Professor, Academician, Director, Department of Clinical Physiology and Radiology, B. V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-1535-5982>

**V. P. Sedov** — M.D., Ph.D., Professor, Division of Radiology, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2326-9347>

**V. I. Skidan** — M.D., Ph.D., Diagnostics Department, Federal Centre of Cardiovascular Surgery, Khabarovsk. <https://orcid.org/0000-0002-2627-3272>

**M. Yu. Chernov** — M.D., Center for Diagnostic Research, N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8291-3441>

**Correspondence** to Dr. Mikhail Yu. Chernov. E-mail: [much1@mail.ru](mailto:much1@mail.ru)

The basic requirements and recommendations for transthoracic echocardiography in adults were developed regarding to the current guidelines by experts from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD). The aspects of the safety and conditions for performing of transthoracic echocardiography were discussed. Basic requirements to ultrasound equipment were formulated. Recommendations on the procedure for performing transthoracic echocardiography and report were given. A minimal data set for registration and storage regarding to the current requirements was presented. Adherence to the standard allows to improve the effectiveness of transthoracic echocardiography in adults.

**KEY WORDS:** transthoracic echocardiography, standardization, report, adult.

**CITATION:** Alekhin M. N., Bartosh-Zelenaya S. Yu., Beresten N. F., Boshchenko A. A., Vrublevskiy A. V., Glazun L. O., Kuznetsov V. A., Mitkov V. V., Mitkova M. D., Nartsissova G. P., Nelasov N. Yu., Novikov V. I., Pavlyukova E. N., Pestovskaya O. R., Rybakova M. K., Saidova M. A., Sandrikov V. A., Sedov V. P., Skidan V. I., Chernov M. Yu. Standardization of transthoracic echocardiography in adults: an expert consensus statement from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD). *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2021; 2: 63–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-63-79> (in Russian).



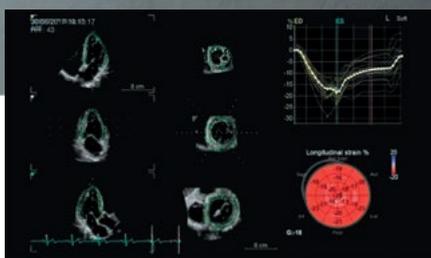
# Vivid E95\*

## Новый уровень диагностики сердечно-сосудистых заболеваний

### Количественный анализ

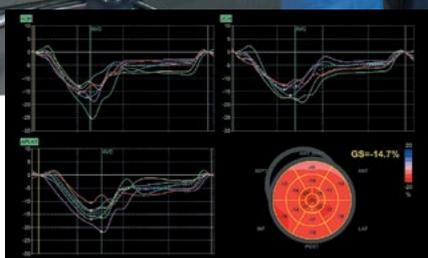
#### Определение плана лечения

Средства количественного анализа помогают оценить проблему и наметить ход дальнейших действий. Полный набор интуитивно понятных инструментов существенно упрощает работу и делает ее более эффективной. Вы можете быстро, точно и в полном объеме выполнить количественный анализ движения стенок левого желудочка и других параметров.



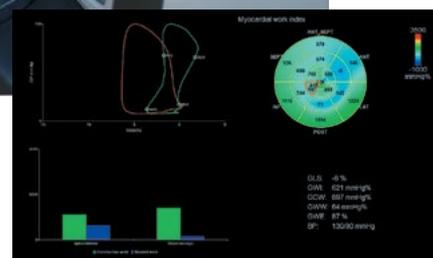
#### 4D Strain

Вычисляет значения как глобальной, так и региональной деформации на основе алгоритма пространственного спекл-трекинга. Для представления данных используется график деформации в виде круговой диаграммы.



#### Автоматическая функциональная визуализация (AFI) 2.0

AFI версии 2.0 с помощью функции View Recognition на основе искусственного интеллекта обеспечит автоматизированную количественную оценку сегментарной и глобальной продольной деформации левого желудочка, а также ряда других связанных параметров, включая фракцию выброса.



#### Функция Myocardial Work

Позволяет рассчитать новые, менее зависимые от нагрузки параметры на основании результатов, полученных с применением функции AFI (продольная деформация), с учетом систолического артериального давления, измеренного в состоянии покоя непосредственно перед эхографическим исследованием, а также продолжительность открытия и закрытия митрального и аортального клапанов. Благодаря этим менее зависимым от нагрузки параметрам можно получать более точные и воспроизводимые результаты, что особенно важно для проведения контрольных исследований.

[gehealthcare.ru](http://gehealthcare.ru)



\*Vivid E95 зарегистрирован на территории РФ под наименованием «Система ультразвуковая диагностическая медицинская Vivid, с принадлежностями, в вариантах исполнения: Vivid E95».

## Характеристика деформации миокарда левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий после кардиоверсии

И. А. Аршинова<sup>1</sup>, М. Г. Полтавская<sup>1</sup>, В. П. Седов<sup>1</sup>, А. А. Богданова<sup>1, 2</sup>, А. Ю. Суворов<sup>1</sup>, А. Ю. Кучина<sup>2</sup>, Т. В. Никифорова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский университет)

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова» Департамента здравоохранения г. Москвы, Россия, г. Москва

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования** — оценить значение параметров деформации миокарда левого предсердия у больных с фибрилляцией предсердий, подвергшихся электрической и медикаментозной кардиоверсии.

**Материалы и методы.** В исследование включено 118 пациентов Университетской клинической больницы № 1 Первого МГМУ им. И. М. Сеченова. Анализ проводился в трех группах больных: 1-я группа (n=54) — пациенты с фибрилляцией предсердий, купированной с помощью электроимпульсной терапии; 2-я группа (n=31) — пациенты с фибрилляцией предсердий, купированной медикаментозно; 3-я группа (n=43) — пациенты без фибрилляции предсердий в анамнезе. Оценивались клинико-anamnestические данные истории болезни каждого пациента, а также ультразвуковые показатели: strain — глобальная деформация миокарда левого предсердия, значения отрицательных пиков как отражение систолы левого предсердия и значения положительных пиков как отражение наполнения левого предсердия, LASI — индекс жесткости левого предсердия.

**Результаты.** Проведенный анализ показал, что у больных с фибрилляцией предсердий показатели деформации миокарда оказались снижены по всем анализируемым параметрам: отрицательные пики стрейна (-9,00 против -12,6 в группе контроля, p<0,001), положительные пики стрейна (12,6 против 14,6 в группе контроля, p<0,001), глобальная деформация левого предсердия (21,5 в группе фибрилляции предсердий против 27,3 в контрольной группе, p<0,001). Индекс жесткости левого предсердия (LASI) как показатель ригидности левого предсердия оказался существенно выше у больных с купированным эпизодом фибрилляции предсердий (0,50 против 0,40, p=0,006).

**Выводы.** Показатели деформации левого предсердия оказались значимо снижены, а индекс жесткости левого предсердия оказался существенно повышен как в группе с электрической кардиоверсией, так и в группе с медикаментозной кардиоверсией по сравнению с пациентами со сходными сердечно-сосудистыми патологиями, но без эпизодов фибрилляции предсердий в анамнезе.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** фибрилляция предсердий, спекл-трекинг эхокардиография, деформация левого предсердия, индекс жесткости левого предсердия, кардиоверсия.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:** Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## Characteristics of left atrial strain in patients with atrial fibrillation after cardioversion

I. A. Arshinova<sup>1</sup>, M. G. Poltavskaya<sup>1</sup>, V. P. Sedov<sup>1</sup>, A. A. Bogdanova<sup>1, 2</sup>, A. Y. Suvorov<sup>1</sup>, A. Y. Kuchina<sup>2</sup>, T. V. Nikiforova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> N. I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow, Russian Federation

### SUMMARY

**The aim of the study** — to evaluate the parameters of left atrial myocardial strain in patients with atrial fibrillation who underwent electrical and drug cardioversion.

**Materials and methods.** The study included 118 patients of the University Clinical Hospital № 1 of the First Sechenov Moscow State Medical University. The analysis was carried out in three groups of patients: group 1 (n=54) — patients with atrial fibrillation who underwent electrical cardioversion; group 2 (n=31) — patients with atrial fibrillation who underwent drug cardioversion; group 3 (n=43) — patients without a history of atrial fibrillation. The clinical and anamnestic data of the medical history of each patient, as well as ultrasound indicators were evaluated: global strain of the left atrial, the values of negative peaks as a reflection of the left atrial systole and the values of positive peaks as a reflection of the filling of the left atrium, LASI — the left atrial stiffness index.

**Results.** The analysis showed that left atrial strain in patients with atrial fibrillation were reduced in all analyzed parameters: negative strain peaks (-9.00 in the control group, p<0.001), positive strain peaks (12.6 vs. 14.6 in the control group, p<0.001), global left atrial strain (21.5 in the atrial fibrillation group vs. 27.3 in the control group, p<0.001). Left Atrial Stiffness Index (LASI) was significantly higher in patients with a stopped episode of atrial fibrillation (0.50 vs. 0.40, p=0.006).

**Conclusions.** The indicators of left atrial strain were significantly reduced, and the left atrial stiffness index was significantly increased both in the group with electrical cardioversion and in the group with drug-induced cardioversion, compared with patients with similar cardiovascular pathologies, but without a history of atrial fibrillation episodes.

**KEYWORDS:** atrial fibrillation, speckle tracking echocardiography, left atrial strain, left atrial stiffness index, cardioversion.

**CONFLICT OF INTEREST:** All authors have not disclosed potential conflicts of interest regarding the content of this paper.

### Вступление

Фибрилляция предсердий является распространенным нарушением ритма, охватывающим не менее трех процентов населения Земли старше двадцати лет [1]. Как известно, от частоты развития пароксизмов аритмии зависит не только качество жизни пациента [2], но и прогноз [3]. Усовершенствование тканевой доплеровской эхокардиографии последних десятилетий позволяет более подробно изучить функциональные характеристики левого предсердия как камеры сердца, ответственной за возникновение аритмии [4]. Изучение деформации левого предсердия становится

особенно актуальным при оценке параметров «оглушенного» миокарда у больных в ранние сроки после кардиоверсии и, как предполагается, может уточнить прогноз течения аритмии [5].

Диагностические возможности новой ультразвуковой методики спекл-трекинг эхокардиографии отражены в клинических рекомендациях и консенсусных документах Европейского общества кардиологов (ESC), Европейской ассоциации специалистов по методам визуализации сердечно-сосудистой системы (EACVI) и Американского общества эхокардиографии (ASE): «Описание единого стандарта 2D speckle-tracking эхокардиографии» (EACVI/

ASE, 2015) [6], «Стандартизация деформации левого предсердия, правого желудочка и правого предсердия с использованием двухмерной эхокардиографии» (консенсусный документ EACVI/ASE 2018) [7].

Стоит отметить, что в данных документах приведена лишь общая информация о методе исследования. Изучению диагностических возможностей при отдельных сердечно-сосудистых патологиях посвящены немногочисленные исследования, проведенные в относительно небольших группах пациентов. Проблема усугубляется тем, что количественная оценка деформации левого предсердия при различных кардиологических патологиях не стандартизована. И в этом вопросе имеет значение некоторое различие пакетных настроек на ультразвуковых аппаратах разных фирм. Активно накапливаются данные исследований, для того чтобы выработать унифицированный подход. Для огромного пула больных с фибрилляцией предсердий наиболее актуально уточнение прогностических маркеров рецидивирующего течения.

**Целью** нашего исследования стало изучить показатели деформации миокарда левого предсердия (ЛП) у пациентов с фибрилляцией предсердий после восстановления синусового ритма, проанализировать значимые клиничско-демографические параметры, играющие роль в формировании жесткости миокарда левого предсердия, а также определить клиническое и возможное прогностическое значение деформации ЛП. Целью данной статьи является отражение результатов исследования с использованием спекл-трекинг эхокардиографии.

#### Материалы и методы

Наблюдательное клиническое исследование с последовательным включением пациентов проводилось на базе клиник кардиологии, факультетской терапии, госпитальной терапии Университетской клинической больницы № 1 Первого МГМУ им. И. М. Сеченова.

В две основные группы включены 85 пациентов, которым в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии УКБ № 1 Сеченовского университета была выполнена электроимпульсная ( $n=54$ ) или медикаментозная ( $n=31$ ) кардиоверсия в связи с впервые выявленным или очередным устойчивым пароксизмом мерцательной аритмии. У подавляющего большинства пациентов фибрилляция предсердий развилась на фоне гипертонической болезни, у части больных кардиоверсия произведена в связи с идиопатической аритмией (3 человека).

В контрольную группу вошли 43 пациента со сходным распределением фоновой сердечно-сосудистой патологии (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет второго типа) без упоминаний о возникновении фибрилляции или трепетания предсердий в анамнезе.

Критерием включения в исследование являлись успешная кардиоверсия по поводу фибрилляции предсердий и восстановленный синусовый ритм.

Критериями исключения из исследования служили: острый коронарный синдром, психические нарушения, препятствующие проведению исследования, активный онкологический процесс, значимые клапанные пороки сердца, активные воспалительные заболевания, декомпенсированный тиреотоксикоз.

В исследование включались мужчины и женщины трудового (от 24 до 64 лет) и пожилого возраста (старше 65 лет), согласно критериям ВОЗ от 2019 года.

Исследование было одобрено Локальным этическим комитетом и проводилось в условиях Университетской клинической больницы № 1 Сеченовского университета в период с февраля 2016 года по апрель 2018 года, все пациенты подписывали информированное согласие.

Всем больным на второй день после успешной кардиоверсии проводились:

- сбор анамнеза с акцентом на сердечно-сосудистую и сопутствующую соматическую патологию (наличие гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, сахарного диабета, хронической болезни почек, анемии, заболеваний щитовидной железы), выявление факторов риска, а также физикальное обследование, включая измерение артериального давления (с помощью обычного сфигмоманометра), пульса, роста и веса, расчета площади поверхности тела и индекса массы тела;
- лабораторные показатели: общий анализ крови (гемоглобин), биохимический анализ крови (глюкоза, гликозилированный гемоглобин, креатинин, общий холестерин, липопротеиды низкой плотности), а также определение уровня тиреотропного гормона;
- регистрация электрокардиограммы в 12 стандартных отведениях; для пациентов после кардиоверсии — после восстановления синусового ритма;
- трансторакальная 2D-эхокардиография согласно стандартному протоколу, а также тканевая доплерэхокардиография и измерение глобальной максимальной деформации миокарда левого предсердия методом спекл-трекинг с последующим расчетом индекса жесткости левого предсердия.

#### Ограничения

Для корректной оценки функции левого предсердия с помощью метода спекл-трекинг требуется оптимальная ультразвуковая визуализация экскурсии эндокарда всех сегментов ЛП. Соответственно исследование не может быть выполнено в условиях, затрудняющих визуализацию — выраженная эмфизема легких, морбидное ожирение, левосторонний грудной имплант (затрудняющий доступ), узкие межреберные промежутки, значительная степень сколиоза или воронкообразная грудная клетка и другие анатомические особенности исследуемого.

#### Оценка левого предсердия

Объем ЛП рассчитывали по апикальным четырехкамерным изображениям, используя метод Area-Length. Индекс объема ЛП рассчитывался в  $\text{мл}/\text{м}^2$  автоматически по формуле «объем ЛП/площадь поверхности тела (ППТ)». Нормальный индексированный объем левого предсердия оценивается как  $22 \pm 6 \text{ мл}/\text{м}^2$ . Незначительные изменения как у мужчин, так и у женщин оценивались в диапазоне 29–33  $\text{мл}/\text{м}^2$ . Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов, умеренным увеличением индексированного объема ЛП считается объем от 34 до 39  $\text{мл}/\text{м}^2$ , а выраженное нарушение считается больше или равно 40  $\text{мл}/\text{м}^2$  [9]. Согласно этим указаниям, в данном исследовании значимым увеличением считали индекс объема ЛП больше или равно 34  $\text{мл}/\text{м}^2$  [8].

#### Оценка функции левого желудочка

Систолическая функция ЛЖ измерялась в апикальных четырехкамерных и двухкамерных изображениях с использованием бипланового метода дисков (модифицированного метода Симпсона).

Диастолическая функция ЛЖ была определена с использованием пиковой скорости  $E'$ , пиковой скорости  $A$ , отношения  $E/A$ . Раннюю диастолическую  $E'$  скорость оценивали с помощью доплеровской визуализации ткани, вычисляли среднее отношение  $E/E'$  как расчетный показатель отношения максимальной скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ ( $E$ ) к среднему значению максимальной скорости движения латерального и септального отделов фиброзного кольца митрального клапана (МК) в раннюю диастолу ( $E'$  ср.). Пациенты были классифицированы в соответствии с диастолической дисфункцией ЛЖ на 3 степени [9].

#### **Индекс массы миокарда**

В исследовании определялась масса миокарда и индекс массы миокарда. Масса миокарда ЛЖ (в граммах) рассчитывалась по следующей математической формуле: масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ) =  $0,8 \times 1,04 \times [(МЖПд + КДР + ТЗСЛЖд)^3 - КДР^3] + 0,6$ , где МЖПд — ширина межжелудочковой перегородки в конце диастолы, КДР — конечно-диастолический размер левого желудочка, ТЗСЛЖд — толщина задней (нижнелатеральной) стенки ЛЖ в конце диастолы.

Впоследствии производился перерасчет массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) к площади поверхности тела (BSA/ППТ) для получения индекса массы ЛЖ (ИММ): ИММ ( $г/м^2$ ) = ММЛЖ/ППТ.

#### **Оценка деформации левого предсердия методом спекл-трекинг эхокардиографии**

Суть метода спекл-трекинг эхокардиографии заключается в отслеживании траектории так называемых пятен, представляющих собой природные акустические маркеры [10]. С помощью методики можно определить скорость движения миокарда интересующей камеры сердца. Положение каждого пятна фиксируется программой и четко отслеживается, благодаря чему можно рассчитать расстояние перемещения каждого сегмента миокарда и получить данные о деформации миокардиальной ткани.

Ультразвуковые записи в нашем исследовании обрабатывались с использованием программного обеспечения для акустического слежения (Echo Pac, GE, USA), позволяющего выполнять полуавтоматический анализ деформации. Предпосылкой для хорошего анализа считалась оптимальная визуализация и нормальная ЭКГ. Записывались апикальные четырехкамерные и двухкамерные изображения в градациях серого во время задержки дыхания. Частота кадров была установлена между 60 и 80 кадрами в секунду, затем проведен автономный анализ.

В случае адекватного качества изображения были проанализированы 12 сегментов левого предсердия: по 6 сегментов в апикальной четырех- и двухкамерной позициях. Эндокардиальная поверхность ЛП была обведена вручную, эпикардиальная поверхность отслеживалась системой автоматически. Программное обеспечение генерировало продольные кривые деформации для каждого сегмента и сформировало усредненную кривую стрейна для всех предсердных сегментов.

В конце диастолы ЛЖ деформация ЛП характеризуется преобладающей положительной волной, достигающей пика в конце систолы желудочков, за которой следуют две отчетливые нисходящие фазы в ранней диастоле и поздней диастоле. Систолический компонент стрейна ЛП в основном отражает резервуарную функцию ЛП, тогда как ранний диастолический и поздний диастолический компоненты в основном отражают функцию проводника ЛП и сократительную функцию ЛП соответственно.

Затем определяли глобальное значение предсердной деформации, которое является наиболее надежным методом измерения функции ЛП.

#### **Статистическая обработка данных**

Данные были собраны, пересмотрены, закодированы и обработаны статистически с помощью статистического пакета R (v.3.6.0). Качественные данные были представлены в виде числа и процентов, а количественные данные были представлены в виде среднего значения, стандартных отклонений и диапазонов. Для количественных признаков, распределение которых было отличным от нормального, были рассчитаны медианы ( $Me$ ) и проведено процентильное ранжирование (25 и 75 процентиля). Для категориальных признаков представлены количества наблюдений, а также долевые соотношения.

Различия по количественным признакам проанализированы с помощью U-критерия Манна — Уитни, по качественным — с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона с поправкой Йейтса на непрерывность или при необходимости с помощью точного теста Фишера.

#### **Результаты**

##### **Характеристика пациентов**

Группы оказались сопоставимы по возрасту, фоновым заболеваниям (гипертоническая болезнь, сахарный диабет), уровню артериального давления на момент осмотра, ИМТ и ППТ, курению (несущественная разница). Также в группе мерцающих больных чаще встречались заболевания щитовидной железы, требующие медикаментозной компенсации (табл. 1).

##### **Эхокардиографические измерения левого желудочка и левого предсердия**

Систолическая функция левого желудочка оказалась сопоставима в обеих группах. Группа пациентов после кардиоверсии продемонстрировала более низкое значение пика  $A$ , а также отличное от пациентов с аритмией соотношение  $E/A$  (табл. 2).

Показано, что индексированные объемы ЛП оказались больше в группе пациентов с пароксизмальной или персистирующей фибрилляцией предсердий (табл. 2).

##### **Спекл-трекинг левого предсердия**

По всем параметрам деформация предсердия оказалась хуже у пациентов в группе мерцательной аритмии после кардиоверсии (табл. 3) — отрицательные и положительные пики, а также глобальный стрейн левого предсердия.

##### **Жесткость левого предсердия**

Для пациентов старшей возрастной категории с манифестирующей фибрилляцией предсердий становится актуальной оценка жесткости левого предсердия. Расчетный показатель жесткости левого предсердия может отражать повышение давления наполнения левых камер сердца, а также, косвенно, степень фиброобразования левого предсердия. Формула для расчета индекса жесткости левого предсердия (left atrial stiffness index, LASI) представляет собой отношение  $E/E'$  к глобальной деформации левого предсердия.

В нашем исследовании индекс жесткости оказался достоверно выше в группе пациентов с аритмией, данные приведены в таблице 4.

При дальнейшем анализе среди подгрупп с электрической и медикаментозной кардиоверсией, а также контрольной, оказа-

лось, что самый высокий индекс жесткости у пациентов, которым пришлось проводить электроимпульсную терапию (табл. 5) для купирования аритмии. Различия LASI в трех подгруппах исследования были оценены с помощью критерия Краскела — Уоллиса.

### Обсуждение полученных результатов

Частота встречаемости фибрилляции предсердий повышается с возрастом — в частности, среди пожилых лиц аритмия развивается в 15% случаев, — а также при отягощенном анамнезе по сердечно-сосудистой патологии и ухудшении клинического состояния [11]. Значение аритмии определяется высоким риском возникновения инсульта [12] и других острых тромбоэмболических осложнений [13], снижением функции левого желудочка и вероятностью развития тахисистолической кардиомиопатии, ухудшением качества жизни и вероятностью смертельного исхода [14].

Двухмерная эхокардиография позволяет дать неинвазивную оценку структуры левого предсердия (ЛП). Частный метод ультразвукового исследования сердца, спекл-трекинг (speckle tracking) эхокардиография, дает возможность дополнительно оценить сократительную функцию левого предсердия, отслеживая траекторию движения участков миокарда (стрейн, strain). Новый расчетный показатель, индекс жесткости левого предсердия, может указать на степень ригидности сердечной камеры и, косвенно, на степень фиброобразования [15].

Главная цель данного проведенного исследования заключалась в определении ультразвуковых параметров деформации левого предсердия (speckle-tracking) у пациентов с фибрилляцией предсердий, подвергшихся электрической и медикаментозной кардиоверсии.

В нашем исследовании обследованы 85 больных с фибрилляцией предсердий через 24 часа после кардиоверсии. В контрольной группе обследованы 43 пациента со схожими сердечно-сосудистыми заболеваниями (на фоне гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, сахарного диабета), но без указаний на мерцательную аритмию в анамнезе. Мы определяли стандартные данные для истории болезни фибрилляции предсердий, а также, помимо обычных, параметры деформации ЛП и индекс жесткости ЛП. Эхокардиография выполнялась на ультразвуковом аппарате GE Vivid 7 Dimension. Данные двух групп были сопоставлены, и мы наблюдали существенное снижение значений деформации левого предсердия у пациентов с мерцательной аритмией и кардиоверсией.

Худший стрейн ассоциирован с повышенным риском развития инсульта у больных гипертонической болезнью. По данным Szymanski F. M. с коллегами [16], показатели деформации левого предсердия наряду с показателями тканевого доплера  $e'$  и  $s'$  показали одинаково высокую эффективность в профилактике инсульта при фибрилляции предсердий совместно с данными контрастной эхокардиографии ушка левого предсердия. Обновленные клинические рекомендации 2020 года Европейской ассоциации кардиологов совместно с Европейской ассоциацией кардиоторакальных хирургов [17] представляют комплексную характеристику заболевания как 4S-AF (Stroke risk, Symptom severity, Severity of AF burden, Substrate severity), которая предлагает оценивать четыре основных фактора, из которых риск инсульта стоит на первом месте, кроме того, всем больным с ФП положено оценивать тяжесть симптомов, осложнения ФП, а также риски ССЗ и сопутствующие патологии.

Anika Doruchowska с соавт. [18] в 2014 году опубликовали данные своего исследования. Проанализирован 61 случай успешных кардиоверсий. У пациентов контрольной группы, госпитализирован-

Таблица 1  
Сравнение групп по демографическим и клиническим показателям и факторам риска

Параметры	Группа без ФП (n=43)	Группа с ФП (n=85)	p.overall
Возраст	67 [57,6; 74,4]	70,0 [62,0; 78,0]	0,095
ППТ, м <sup>2</sup>	1,92 [1,79; 2,04]	1,90 [1,80; 2,01]	0,754
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,0 [24,8; 31,2]	29,1 [26,4; 32,9]	0,172
Женщины, n	17 (39,5%)	55 (64,7%)	0,012
Мужчины, n	26 (60,5%)	30 (35,3%)	0,012
Курение	13 (30,2%)	22 (25,9%)	0,811
САД, мм рт. ст.	140 [130; 160]	130 [125; 140]	0,062
ДАД, мм рт. ст.	80,0 [80,0; 90,0]	80,0 [80,0; 80,0]	0,072
АГ, n	36 (83,7%)	80 (94,1%)	0,104
Сахарный диабет, n	9 (20,9%)	18 (21,2%)	0,989
Патология щитовидной железы	4 (9,30%)	37 (43,5%)	<0,001
Гипотиреоз по анализам на момент поступления	6 (14,0%)	18 (21,2%)	0,454
Гипотиреоз в анамнезе, на данный момент принимает препараты	2 (4,65%)	29 (34,1%)	0,001
Медикаментозно компенсированный гипотиреоз	0 (0%)	19 (22,4%)	1,000
Тиреотоксикоз	2 (4,65%)	4 (4,71%)	1,000
Ишемическая болезнь сердца	21 (48,8%)	19 (22,4%)	0,004
Инфаркт миокарда в анамнезе	14 (32,6%)	6 (7,06%)	<0,001
ХСН	10 (23,3%)	9 (10,6%)	0,101
ХСН по диаст. типу	29 (67,4%)	45 (53,6%)	0,023

Таблица 2  
Сравнение групп по оценке параметров левых камер сердца

Параметры	Группа без ФП (n=43)	Группа с ФП (n=85)	p.overall
Фракция выброса ЛЖ, %	58,0 [52,0; 61,5]	60,0 [57,0; 62,0]	0,111
ΔΔ 1-й степени, n	22 (51,2%)	31 (36,9%)	0,176
ΔΔ 2-й степени, n	6 (14,0%)	17 (20,2%)	0,531
пик E, см/с	68,0 [57,5; 79,0]	73,0 [62,0; 85,0]	0,073
пик A, см/с	85,0 [61,5; 94,5]	67,0 [55,0; 80,0]	0,002
$e'$ med, см/с	6,70 [5,15; 7,85]	7,70 [5,40; 9,00]	0,066
$E/e'$ med, см/с	10,5 [8,60; 13,1]	10,2 [8,20; 12,3]	0,581
$e'$ lat, см/с	6,90 [5,30; 9,35]	8,40 [6,10; 10,3]	0,017
$E/e'$ lat, см/с	9,50 [7,45; 11,9]	8,70 [7,70; 11,1]	0,543
$E/e'$ сред., см/с	9,80 [7,90; 12,3]	10,0 [8,00; 12,0]	0,883
Соотношение E/A	0,80 [0,60; 1,15]	1,20 [0,80; 1,60]	0,001
Объем ЛП, мл	70,0 [60,5; 79,0]	78,0 [68,0; 88,0]	0,015
Объем ЛП (индекс.)	35,4 [30,8; 41,6]	40,0 [34,8; 45,5]	0,013
Увеличение ЛП	23 (53,5%)	66 (77,6%)	0,009

ных в стационар по разным причинам, исключая пароксизмальную аритмию, деформация ЛП оказалась несколько выше и соответствовала среднестатистическим параметрам для данной возрастной группы с сопутствующими сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Известно, что артериальная гипертензия и сахарный диабет приводят [19] к снижению показателей продольной деформации миокарда левого предсердия даже при отсутствии расширения левого предсердия. В 2017 году Kerstin Braunaer и соавт. [19]

**Таблица 3**  
**Параметры деформации левого предсердия, измеренные в четырехкамерной и двухкамерной эхокардиографических позициях, а также расчетные двухплоскостные показатели (biplane)**

Параметры	Группа без ФП (n=43)	Группа с ФП (n=85)	p.overall
Негативный пик (4к)	-12,10 [-14,00; -11,10]	-8,80 [-11,20; -7,20]	<0,001
Негативный пик (2к)	-13,10 [-14,25; -11,40]	-9,20 [-11,00; -7,20]	<0,001
Негативный пик (biplane)	-12,60 [-13,65; -11,20]	-9,00 [-10,70; -6,80]	<0,001
Положительный пик (4к)	14,2 [13,3; 16,1]	12,1 [11,0; 13,4]	<0,001
Положительный пик (2к)	15,1 [13,6; 16,2]	12,9 [10,8; 14,5]	<0,001
Положительный пик (biplane)	14,6 [13,7; 16,1]	12,6 [11,1; 14,2]	<0,001
Деформация ЛП (4к)	26,2 [24,2; 29,1]	20,9 [18,3; 24,0]	<0,001
Деформация ЛП (2к)	27,9 [25,5; 29,6]	22,1 [18,5; 26,1]	<0,001
Глобальная деформация ЛП (biplane)	27,3 [25,0; 29,9]	21,5 [18,7; 25,2]	<0,001

**Таблица 4**  
**Индекс жесткости ЛП при сравнении основной группы с фибрилляцией предсердий и контрольной**

Параметр	Группа без ФП (n=43)	Группа с ФП (n=85)	p.overall
LASI	0,40 [0,30; 0,48]	0,50 [0,38; 0,64]	0,006

**Таблица 5**  
**Сравнение индекса жесткости левого предсердия у пациентов трех подгрупп**

Параметр	Электр. КВ (n=54)	Мед. КВ (n=31)	Группа без ФП (n=43)	p.overall
LASI	0,52 [0,38; 0,65]	0,47 [0,37; 0,54]	0,40 [0,30; 0,48]	0,017

представили результаты исследования по раннему выявлению нарушений деформации миокарда левого предсердия у пациентов с сохранной систолической и диастолической функциями левого желудочка. В основной группе оказалось 234 человека, в контрольной группе — 48. Стрейн был достоверно изменен у пациентов с риском развития сердечных патологий по сравнению с пациентами без риска (29,2±8,6 против 38,5±12,6%; частота нарушения деформации ЛП: 18,8% против 0%; p<0,01). Различия определялись наличием начальных признаков артериальной гипертензии, сахарного диабета, ишемической болезни сердца.

У пациентов с артериальной гипертензией наблюдается снижение показателей продольной деформации миокарда левого предсердия в фазах накопления и протекания даже при небольшой гипертрофии ЛЖ. У больных с гипертрофией ЛЖ вследствие артериальной гипертензии регистрируется снижение деформации левого предсердия во всех сегментах по сравнению со здоровыми лицами и спортсменами, имеющими гипертрофию ЛЖ [4].

В нашем исследовании в группе пациентов с купированной аритмией выявлены случаи нарушения функции щитовидной железы, причем подавляющее большинство с медикаментозно компенсированным гипотиреозом. Согласно последним данным, собранным в клинических рекомендациях РФ 2020 года [20], «не только нарушения, но и субклиническая дисфункция щитовидной железы также может вносить вклад в развитие аритмии», что мы и наблюдали на примере нашего исследования.

Широко распространена концепция о связи продольной деформации ЛП и поршневидным движением митрального кольца [10]. Согласно физиологическому понятию «постоянного сердечного

объема» продольная деформация ЛП напрямую зависит от работы левого желудочка по изгнанию крови в аорту, так как по мере изгнания во время систолы полость желудочка вновь наполняется через открытое митральное кольцо. На большой популяции больных острым инфарктом миокарда показано, что прогностическая значимость пикового стрейна ЛП, представляющего функцию полостного резервуара, зависит от продольной функции ЛЖ, помимо размера ЛП [21].

В нашем исследовании в контрольной группе было больше постинфарктных больных, что отразилось на их показателях: диастолическая функция оказалась несколько хуже. При этом показатель E/E' сред. не разошелся в данных группах. Это свидетельствует о том, что у них соотносилось давление наполнения в левом желудочке и левом предсердии, и не разница в давлении отражалась на показателях стрейна.

Пассивные свойства стенки левого предсердия также вносят важный вклад в сократительную функцию сердца. Жесткость можно определить как силу, необходимую для смещения пассивной пружинящей ткани на единицу длины. Такая формулировка включает понятие деформации как изменения на единицу длины и описывает механические характеристики полости ЛА — степень их влияния на фиброз является предиктором рецидива ФП в краткосрочной и долгосрочной перспективе, по утверждению Kuppahally S. S. с соавторами [22].

Повышение жесткости левого предсердия представляет собой снижение податливости стенки. Значение параметра нарастает при ремоделировании и может быть оценено неинвазивным путем с помощью вычисления отношения E/e' к стрейну ЛП. У пациентов с пароксизмальной ФП, помимо снижения глобальной сократимости и, следовательно, более низкой резервуарной функции, заметна повышенная жесткость стенки ЛП по сравнению с контрольной группой. Как показала работа Paolo Nicola Marino с соавторами [23], жесткость предсердной стенки является важным фактором сердечной насосной функции и может являться предиктором раннего возвращения пароксизма фибрилляции предсердий после электрической кардиоверсии или абляции. Выявлено, что жесткость предсердной стенки, оцениваемая в сочетании с деформацией ЛП с инвазивно оцененным средним давлением заклинивания легочных капилляров, является точной при идентификации пациентов с диастолической сердечной недостаточностью. Таким образом, качественная оценка механических характеристик ЛП является клинически значимой [24].

### Заключение

Таким образом, наше исследование больных с фибрилляцией предсердий, подвергшихся электрической или медикаментозной кардиоверсии, позволило выявить параметры деформации левого предсердия у данной клинической группы. При оценке структурных и функциональных параметров левого предсердия значения оказались достоверно ниже в группе пациентов с фибрилляцией предсердий, подвергшихся медикаментозной или электрической кардиоверсии, чем у сравнимых пациентов с сердечно-сосудистой патологией, но без достоверно диагностированной фибрилляцией предсердий. В группах пациентов с аритмией и без аритмии значимо разошлись следующие показатели: глобальная деформация левого предсердия и объемные показатели ЛП оказались существенно хуже у пациентов с фибрилляцией предсердий, а индекс ригидности левого предсердия — выше.

## Список литературы / References

- Kirchhof P. et al. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur. Heart J.* 2016; 37 (38): 2893–2962. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw210>.
- Демченко Т.Н., Чумакова Г.А. Психологический статус и качество жизни пациентов с разными формами фибрилляции предсердий. *Сибирское медицинское обозрение.* 2017; (4): 23–30. <https://doi.org/10.20333/2500136-2017-4-23-30>.
- Demenko T.N., Chumakova G.A. Psychological status and life quality of patients with different forms of atrial fibrillation. *Siberian Medical Review.* 2017; (4): 23–30. <https://doi.org/10.20333/2500136-2017-4-23-30> (in Russian).
- Голицын С.В. с соавт. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению фибрилляции предсердий. *Евразийский кардиологический журнал.* 2019; (4): 4–86.
- Golitsyn S.V. et al. Eurasian clinical guidelines for the diagnosis and treatment of atrial fibrillation. *Eurasian Heart Journal.* 2019; (4): 4–86 (in Russian).
- Науменко Е.П. Деформация миокарда. Современные возможности применения показателей деформации миокарда в клинической практике. Гомель: ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека». 2020: 1–36.
- Науменко Е.П. Myocardial strain. Modern possibilities of using indicators of myocardial strain in clinical practice. Gomel: State Institution «Republican Scientific and Practical Center of Radiation Medicine and Human Ecology». 2020: 1–36 (in Russian).
- Влодзяновский В.В. с соавт. Острые изменения внутрисердечной гемодинамики после электрической и лекарственной кардиоверсии у пациентов с персистирующей формой фибрилляции предсердий. *Вестник аритмологии.* 2019; Том 26, № 1 (95): 24–30; <https://doi.org/10.25760/VA-2019-95-24-30>.
- Vlodzyanovsky V.V. et al. Acute changes in atrial hemodynamics after electrical and drug cardioversion in patients with persistent atrial fibrillation. *Vestnik aritmologii.* 2019; Том 26, № 1 (95): 24–30; <https://doi.org/10.25760/VA-2019-95-24-30> (in Russian).
- Voigt J.U., Pedrizzetti G., Lysyansky P. et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015; 16(1): 1–11. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu184>.
- Badano L.P. et al. Standardization of left atrial, right ventricular and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2018 Jul 1; 19 (7): 830–833. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jey071>.
- Donal E., Lip G.Y.H., Galdieri M., Goette A., Shah D., Marwan Cohen A. EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation. *European Heart Journal — Cardiovascular Imaging.* 2016; 17 (4): 355–383. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev354>.
- Orsinelli D.A. et al. The American society of echocardiography recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography a quick reference guide from the ASE workflow and lab management task force. *ASE/EACVI guidelines and standards.* March 2019.
- Алехин М.Н. Ультразвуковые методы оценки деформации миокарда и их клиническое значение. М.: Видар; 2012: 1–88.
- Alyokhin M.N. Ultrasound methods for assessing myocardial deformity and their clinical significance. Moscow: Vidar Publishing House; 2012: 1–88 (in Russian).
- Sean D. Pokomey, Eric D. Peterson, Jonathan P. Piccini. When Less Is Not More. *Journal of the American College of Cardiology.* 2017; Volume 69, Issue 23, 13: 2791–2793. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.04.045>.
- Freedman B. et al. Screening for Atrial Fibrillation. A Report of the AF-SCREEN International Collaboration. *Circulation.* 2017 May 9; 135(19): 1851–1867. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026693>.
- Piccini J.P. et al. Get With The Guidelines-AFIB Clinical Working Group and Hospitals. Adherence to Guideline-Directed Stroke Prevention Therapy for Atrial Fibrillation Is Achievable. *Circulation.* 2019 Mar 19; 139(12): 1497–1506. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.035909>.
- Fox KAA, Lucas JE, Pieper KS et al. Improved risk stratification of patients with atrial fibrillation: an integrated GARFIELD-AF tool for the prediction of mortality, stroke and bleed in patients with and without anticoagulation. *BMJ Open.* 2017; 7 (12): 1–10. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017157>.
- Marino P.N. Non-invasively estimated left atrial stiffness is associated with short-term recurrence of atrial fibrillation after electrical cardioversion. *Elsevier. Journal of Cardiology.* 2016; 1–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jjcc.2016.07.013>.
- Szymanski FM, Lip GY, Filipiak KJ, Platek AE, Hryniewicz-Szymanska A., Opolski G. Stroke risk factors beyond the CHA2DS2-VASc score: can we improve our identification of 'high stroke risk' patients with atrial fibrillation? *Am J Cardiol* 2015; 116 (11): 1781–1788. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.08.049>.
- Hindricks G. et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *European Heart Journal.* 2021; Volume 42, Issue 5: 373–498. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa612>.
- Doruchowska A. et al. Role of left atrial speckle tracking echocardiography in predicting persistent atrial fibrillation electrical cardioversion success and sinus rhythm maintenance at 6 months. *Advances in Medical Sciences.* 2014; Volume 59, Issue 1: 120–125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.advm.2013.10.003>.
- Braunauer K. et al. Early detection of cardiac alterations by left atrial strain in patients with risk for cardiac abnormalities with preserved left ventricular systolic and diastolic function. *The International Journal of Cardiovascular Imaging.* 2018; 34: 701–711. <http://doi.org/10.1007/s10554-017-1280-2>.
- Российское кардиологическое общество при участии Всероссийского научного общества специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и кардиостимуляции, Ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России. Клинические рекомендации «Фибрилляция и трепетание предсердий». М3 РФ 2020 год. The Russian Society of Cardiology with the participation of the All-Russian Scientific Society of Specialists in Clinical Electrophysiology, Arrhythmology and Pacing, the Association of Cardiovascular Surgeons of Russia. Clinical recommendations «Atrial fibrillation and flutter». The Ministry of Health of the Russian Federation 2020 (in Russian).
- Ersbøll M. et al. The prognostic value of left atrial peak reservoir strain in acute myocardial infarction is dependent on left ventricular longitudinal function and left atrial size. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013; 6: 26–33. <https://doi.org/10.1161/circimaging.112.978296>.
- Kuppahally S.S. et al. Left atrial strain and strain rate in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation: relationship to left atrial structural remodeling detected by delayed-enhancement MRI. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2010; 3: 231–239. <https://doi.org/10.1161/circimaging.109.865683>.
- Marino P.N. Non-invasively estimated left atrial stiffness is associated with short-term recurrence of atrial fibrillation after electrical cardioversion. *Journal of Cardiology.* 2016; 69(5): 731–738. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jjcc.2016.07.013>.
- Melenovsky V. et al. Left atrial remodeling and function in advanced heart failure with preserved or reduced ejection fraction. *Circ Heart Fail.* 2015; 8: 295–303. <http://doi.org/10.1161/circheartfailure.114.001667>.

Статья поступила / Received 20.10.21

Поступила после рецензирования / Revised 17.11.21

Принята в печать / Accepted 20.11.21

## Информация об авторах

**Аршинова Ирина Александровна**, соискатель по специальности «кардиология» кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-4740-7126

**Полтавская Мария Георгиевна**, д.м.н., проф. кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-4463-2897

**Седов Всеволод Парисович**, д.м.н., проф. кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-2326-9347

**Богданова Александра Андреевна**, к.м.н., заведующая отделением функциональной диагностики<sup>2</sup>, доцент кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0001-5509-8023

**Суворов Александр Юрьевич**, к.м.н., главный статистик Центра анализа сложных систем<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-2224-0019

**Кучина Анна Юрьевна**, соискатель по специальности «кардиология» кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-7267-101X

**Никифорова Татьяна Вячеславовна**, ординатор кафедры кардиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-3072-8951

<sup>1</sup> ФГАУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский университет).

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова» Департамента здравоохранения г.Москвы, г. Москва, Россия

Автор для переписки: Аршинова Ирина Александровна.  
E-mail: irina.arshinova@gmail.com

**Для цитирования:** Аршинова И.А., Полтавская М.Г., Седов В.П., Богданова А.А., Суворов А.Ю., Кучина А.Ю., Никифорова Т.В. Характеристика деформации миокарда левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий после кардиоверсии. *Медицинский алфавит.* 2021; (39):20–25. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-20-25>

## Author information

**Arshinova Irina A.**, Candidate in the specialty 'Cardiology' of the Department of Cardiology<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-4740-7126

**Poltavskaya Mariya G.**, MD, PhD, Assistant Professor, Department of Preventive and Emergency Cardiology<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-4463-2897

**Sedov Vsevolod P.**, MD, PhD, Assistant Professor, Department of Preventive and Emergency Cardiology<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-2326-9347

**Bogdanova Aleksandra A.**, MD, Head of Functional Diagnostics Department<sup>2</sup>. ORCID: 0000-0001-5509-8023

**Suvorov Aleksandr Yu.**, MD, Chief Statistician of the Center for Analysis of Complex Systems<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-2224-0019

**Kuchina Anna Yu.**, Applicant in the specialty 'Cardiology', Department of Preventive and Emergency Cardiology<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-7267-101X

**Nikiforova Tat'yana V.**, Resident, Department of Preventive and Emergency Cardiology<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-3072-8951

<sup>1</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>N.I. Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow, Russian Federation

Contact information: Arshinova Irina Aleksandrovna.  
E-mail: irina.arshinova@gmail.com

**For citation:** Arshinova I.A., Poltavskaya M.G., Sedov V.P., Bogdanova A.A., Suvorov A.Y., Kuchina A.Y., Nikiforova T.V. Characteristics of left atrial strain in patients with atrial fibrillation after cardioversion. *Medical alphabet.* 2021; (39):20–25. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-20-25>



# Опрос российских врачей о проведении рутинной электроэнцефалографии

Е. П. Богданова<sup>1</sup>, О. Д. Ельшина<sup>2, 3</sup>, М. В. Синкин<sup>4, 5</sup>

<sup>1</sup> Клиника «Источник» (ООО «ПолиКлиника»), Челябинск

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», Нижний Новгород

<sup>3</sup> ООО «Тонус Лайф», Нижний Новгород

<sup>4</sup> ГБУЗ «НИИ скорой помощи имени Н. В. Склифосовского ДЗМ г. Москвы», Москва

<sup>5</sup> ФГБУ «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова», Москва

## РЕЗЮМЕ

Одним из методических ограничений, приводящих к снижению клинической информативности ЭЭГ, является сложность стандартизации регистрации, описания электроэнцефалографической картины и формирования заключения. В России методология рутинной ЭЭГ описана в приказах Министерства здравоохранения Российской Федерации № 283 от 30.11.1993 и № 997н от 26.12.2016 и в «Рекомендациях экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэpileптической лиги по проведению рутинной ЭЭГ».

**Целью** работы было оценить, насколько точно специалисты, занимающиеся электроэнцефалографией, применяют рекомендации по проведению рутинной ЭЭГ в своей повседневной практике.

**Материалы и методы.** Был проведен анонимный опрос 210 специалистов по функциональной диагностике и неврологов, выполняющих рутинную электроэнцефалографию. Опрос состоял из девяти обязательных вопросов с одним вариантом ответа.

**Результаты.** Лишь 9 респондентов из 210 (4,3%) проводят рутинную ЭЭГ полностью в соответствии с «Рекомендациями экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэpileптической лиги по проведению рутинной ЭЭГ». Из них только три специалиста (1,4% от общего числа респондентов) ответили, что врач функциональной диагностики присутствует на протяжении всего обследования.

**Заключение.** Несмотря на широчайшее распространение и большой опыт применения ЭЭГ, единая практика ее выполнения врачами в Российской Федерации отсутствует. Стандартизация методологии проведения позволит увеличить доверие к результатам ЭЭГ среди врачей клинических специальностей, повысить степень междуэкспертного согласия врачей функциональной диагностики, улучшить качество диагностики заболеваний центральной нервной системы. Для этого необходимо развивать программы вебинаров и очных образовательных программ по методологии проведения ЭЭГ под эгидой профессиональных ассоциаций врачей функциональной диагностики, нейрофизиологов, неврологов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электроэнцефалография, рутинная ЭЭГ, методология.

**ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ.** Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

## Survey among Russian doctors on routine electroencephalography

E. P. Bogdanova<sup>1</sup>, O. D. Elshina<sup>2, 3</sup>, M. V. Sinkin<sup>4, 5</sup>

<sup>1</sup> Clinic 'Istochnik' ('Polyclinic' LLC), Chelyabinsk

<sup>2</sup> Privolzhsky Research Medical University, Department of Neurology, Psychiatry and Addiction Medicine, Nizhny Novgorod.

<sup>3</sup> Tonus Life' LLC, Nizhny Novgorod

<sup>4</sup> Research Institute of Emergency Medicine named after N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow

<sup>5</sup> A. I. Yevdokimov Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry

## SUMMARY

One of the methodological limitations that lead to a decrease in the clinical informativeness of the EEG is the complexity of standardizing registration, describing the electroencephalographic picture and forming a conclusion. In Russia, the methodology of routine EEG is described in the Orders of the Ministry of Health of the Russian Federation №283 from 30.11.93 and №997n from 26.12.2016, and in the 'Recommendations of the Expert Council of Neurophysiology of the Russian Anti-Epileptic League on performing the routine EEG.'

**The aim of the work** was to assess how accurately specialists, performing EEG, apply the recommendations in their daily practice.

**Materials and Methods.** An anonymous survey was conducted of 210 specialists in functional diagnostics and neurologists performing routine electroencephalography. The survey consisted of nine mandatory single-choice questions.

**Results.** Only 9 respondents out of 210 (4.3%) perform routine EEG completely in accordance with the 'Recommendations of the Expert Council of Neurophysiology of the Russian Anti-Epileptic League on performing the routine EEG.' Of these, only three specialists (1.4% of the total number of respondents) answered that a functional diagnostics doctor is present throughout the entire examination.

**Conclusion:** Despite the wide distribution and extensive experience in the use of EEG, there is no uniform practice of its implementation by doctors in the Russian Federation. Standardization of the methodology of its performance will increase confidence in EEG results among doctors of clinical specialties, increase the degree of inter-expert agreement among functional diagnostics physicians, and improve the quality of diagnosis of central nervous system diseases. To do this, it is necessary to develop webinar and educational programs on the methodology of EEG under the auspices of professional associations of doctors of functional diagnostics, neurophysiologists, neurologists.

**KEYWORDS:** Electroencephalography, routine EEG, methodology.

**SOURCE OF FUNDING.** The authors declare that there are no funding.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Введение

Почти 100 лет электроэнцефалография (ЭЭГ) остается основным способом оценки функционального состояния головного мозга. Ее широко используют как в психиатрии, так и для диагностики и контроля эффективности лечения эпилепсии. Диагностика и дифференциальная диагностика эпилепсии являются основным показанием для проведения ЭЭГ: в отношении данного заболевания чувствительность метода при первом исследовании составляет от 29 до 55%, специфичность — от 78 до 98% [1].

Особенностью методологии анализа рутинной ЭЭГ является минимальное количество данных, представленных в цифровом виде, поэтому одним из методических ограничений, приводящих к снижению клинической информативности этого исследования, является сложность стандартизации регистрации, описания и формирования заключения [2].

В международной практике существует ряд клинических рекомендаций, посвященных методологии проведения рутинной ЭЭГ: рекомендации Международной противоэпилептической лиги (International League Against Epilepsy, ILAE), рекомендации, одобренные Международной федерацией клинической нейрофизиологии (International Federation of Clinical Neurophysiology, IFCN), а также рекомендации, составленные экспертами Обществ клинических нейрофизиологов в США (American Clinical Neurophysiology Society, ACNS), Канаде, Великобритании и других странах [1, 3–6].

В Российской Федерации (РФ) приняты официальные документы, регламентирующие проведение ЭЭГ. Это приказы Министерства здравоохранения РФ от 30.11.1993 № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации» и от 26.12.2016 № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований». Согласно Приказу № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации» выполнение исследования и выдачу по их результатам заключения выполняет врач функциональной диагностики.

Отечественная методическая литература по рутинной ЭЭГ представлена монографиями и учебными пособиями Л. Р. Зенкова, М. В. Александрова, Л. Б. Иванова и других авторов, а единственной коллективной работой, опубликованной в рецензируемом научном журнале, являются «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ» [7–10].

Основные технические требования, протокол проведения исследования и функциональных проб во многом совпадают в российских и зарубежных публикациях [3, 4, 7, 11]. Так, в «Рекомендациях экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ» представлены следующие технические требования: минимальное количество каналов по Международной системе «10–20» — 19 каналов; наличие заземления; использование электродов, не имеющих собственного шума, адекватность их количества; импеданс

100–10 000 Ом; фильтрация в частотном диапазоне от 0,5 до 70 Гц. Обязательно использование канала ЭКГ (при необходимости могут быть использованы каналы ЭМГ, ЭОГ). Регистрацию ЭЭГ рекомендуют проводить при чувствительности ЭЭГ-прибора 5–10 мкВ/мм в монополярных (референтных) монтажных схемах с возможностью ремонта в биполярные монтажные схемы. Может быть использован сетевой фильтр 50 Гц. Рекомендуют использовать скорость бумаги 30 мм/сек. В качестве достаточной длительности фоновой записи ЭЭГ рекомендуют 20 минут безартефактной записи. Необходимо присутствие медицинской сестры и врача функциональной диагностики во время записи ЭЭГ. В качестве рутинных функциональных (активирующих) проб рекомендуют пробу активации, ритмическую фотостимуляцию, гипервентиляцию. Ритмическую фотостимуляцию необходимо проводить в трех состояниях: при открытых глазах, при закрывании глаз и при закрытых глазах в диапазоне частот 1–60 Гц. Гипервентиляцию рекомендуют проводить, по крайней мере, в течение 3 минут, при необходимости проба может быть продлена до 5 минут. Также возможно проведение фоностимуляции, депривации сна перед исследованием [3, 4, 7, 11].

Из коллегиального общения известно, что такие протокольные рекомендации врачи и медицинские сестры выполняют не всегда, что может приводить к снижению информативности рутинной ЭЭГ. С целью изучения практики выполнения рекомендаций по проведению рутинной ЭЭГ мы провели электронное анкетирование специалистов, занимающихся электроэнцефалографией.

## Материалы и методы

Анкетирование проводили с помощью сервиса Google forms в режиме анонимного опроса. Ссылка на него была размещена в группе «Клиническая нейрофизиология для профессионалов» социальной сети Facebook, участники которой являются практикующими врачами функциональной диагностики или неврологами, проводящими нейрофизиологические исследования [12]. Каждый вопрос был обязательным для ответа и предусматривал либо выбор одного из предложенных нами вариантов, либо написание собственного. Всего было задано 9 вопросов (табл. 1).

## Результаты

За период с 3 апреля по 2 мая 2021 года в опросе приняли участие 229 специалистов, из которых 210 — постоянно проживающие и работающие в РФ. При обработке результатов мы учитывали ответы только респондентов из РФ. В опросе приняли участие специалисты из 62 городов России, из них 60 (26%) работают в Москве и 11 (5,2%) — в Санкт-Петербурге. Ответы на вопросы распределились следующим образом.

На вопрос о присутствии врача во время исследования 100 респондентов (48%) ответили, что доктор не присутствует при регистрации ЭЭГ либо присутствует не всегда (рис. 1).

На вопрос о выделенном времени в расписании для проведения рутинной ЭЭГ лишь 24% респондентов от-

Таблица 1

## Перечень вопросов анкетирования специалистов, посвященный практике проведения рутинной ЭЭГ

Номер вопроса	Вопрос	Варианты ответа
1	В каком городе вы работаете?	Свой вариант ответа
2	Кто проводит рутинную ЭЭГ в вашей лаборатории?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• регистрирует медицинская сестра/ЭЭГ-техник в присутствии доктора;</li> <li>• регистрирует медицинская сестра/ЭЭГ-техник, доктор не присутствует при регистрации ЭЭГ (или присутствует не всегда);</li> <li>• врач невролог/врач функциональной диагностики самостоятельно проводит рутинную ЭЭГ;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>
3	Сколько времени заложено в вашем расписании на проведение и описание одной рутинной ЭЭГ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 минут;</li> <li>• 30 минут;</li> <li>• 40 минут;</li> <li>• 60 минут;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>
4	Сколько длится непосредственно запись ЭЭГ, не включая наложение электродов?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10–15 минут;</li> <li>• 20 минут;</li> <li>• 30 минут;</li> <li>• 40 минут;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>
5	Какие функциональные (активирующие) пробы вы проводите?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• открывание-закрывание глаз, ритмическая фотостимуляция, гипервентиляция;</li> <li>• только открывание-закрывание глаз;</li> <li>• открывание-закрывание глаз, гипервентиляция;</li> <li>• открывание-закрывание глаз, ритмическая фотостимуляция;</li> <li>• не проводим функциональные пробы;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>
6	На каких частотах проводится ритмическая фотостимуляция в вашей лаборатории?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• не проводится;</li> <li>• 7 частот в диапазоне 3–20 Гц (стандартные настройки);</li> <li>• 1–25 Гц;</li> <li>• 1–60 Гц;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>
7	Как долго проводится гипервентиляция?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• не проводится;</li> <li>• 1 мин.;</li> <li>• 2 мин.;</li> <li>• 3–5 мин.;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>
8	При проведении ритмической фотостимуляции глаза пациента:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• закрыты;</li> <li>• открыты;</li> <li>• открывает и закрывает по команде непосредственно при проведении РФС;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>
9	Используете ли вы канал ЭКГ при регистрации рутинной ЭЭГ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• да;</li> <li>• нет;</li> <li>• другое (свой вариант ответа)</li> </ul>

ветили, что располагают временем от 1 до 2 часов, самым распространенным был вариант ответа 30 или 35 минут (31% респондентов). Два специалиста отметили, что работают в порядке живой очереди в условиях дефицита времени, 1 доктор указал время от 10 до 12 минут (рис. 2).

На вопрос о продолжительности регистрации рутинной ЭЭГ диапазон ответов составил от 7 до 60 минут. Лишь 26,2% респондентов ответили, что длительность записи рутинной ЭЭГ составляет 30 и более минут (рис. 3).

На вопрос об использовании канала ЭКГ менее половины (46,2%) респондентов ответили, что используют его всегда (рис. 4).

На вопрос о проведении функциональных проб лишь 2 респондента (около 1%) ответили, что никогда не проводят ритмическую фотостимуляцию (РФС); 205 респондентов (97,6%) всегда проводят рекомендованные функциональные пробы: пробу с открыванием и закрыванием глаз для оценки реакции активации, ритмическую фотостимуляцию, гипервентиляцию (рис. 5) [5]. Однако протоколы функциональных проб существенно отличаются.

При ответе на вопрос о том, на каких частотах проводится РФС, докторами было описано 19 различных протоколов РФС (рис. 6), чаще всего используют частотный диапазон от 3 до 20 Гц. Частотный диапазон от 1 до 60 Гц применяют 54 врача (26%).

На вопрос о методологии проведения РФС 63% респондентов ответили, что всю пробу проводят при закрытых глазах. Методику с открытием и закрытием глаз, улучшающую выявляемость фотосенситивных форм эпилепсии, проводят только треть (33%) респондентов (рис. 7).

На вопрос о продолжительности пробы с гипервентиляцией 5,7% респондентов ответили, что проводят ее только в течение 3 минут, а 77,5% респондентов — от 3 до 5 минут (рис. 8).

### Обсуждение

В Российской Федерации проведение рутинного электроэнцефалографического исследования регламентируют приказ Министерства здравоохранения РФ от 30.11.1993 № 283 «О совершенствовании службы функциональной

Кто проводит рутинную ЭЭГ в Вашей лаборатории?

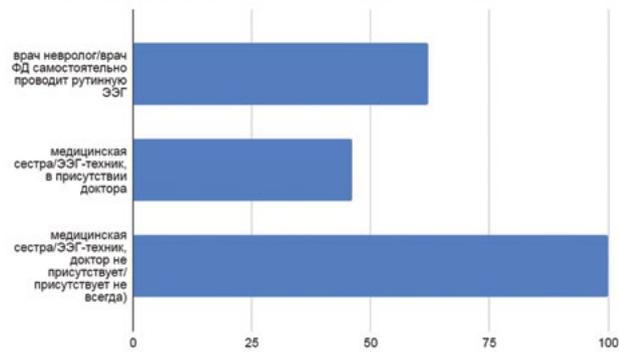


Рисунок 1. Результаты опроса специалистов: участие врача функциональной диагностики в проведении исследования

Сколько времени заложено в Вашем расписании на проведение и описание одной рутинной ЭЭГ?

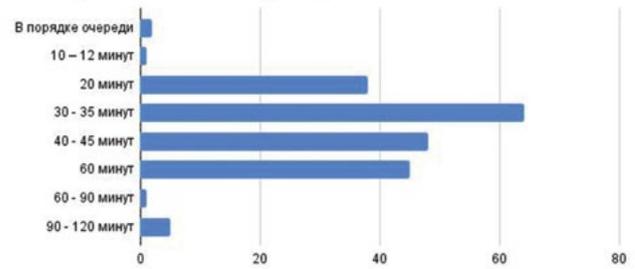


Рисунок 2. Результаты опроса специалистов: время в расписании на проведение исследования

Сколько длится непосредственно запись ЭЭГ, не включая наложение электродов?

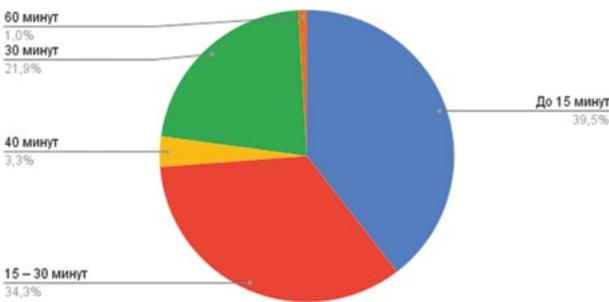


Рисунок 3. Результаты опроса специалистов: продолжительность регистрации рутинной ЭЭГ

Используете ли Вы канал ЭКГ при регистрации рутинной ЭЭГ?

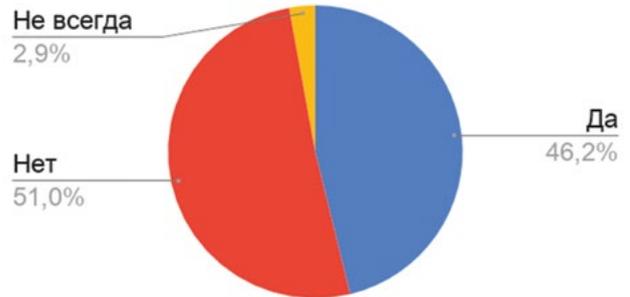


Рисунок 4. Результаты опроса специалистов: использование канала ЭКГ

Какие функциональные пробы Вы проводите?

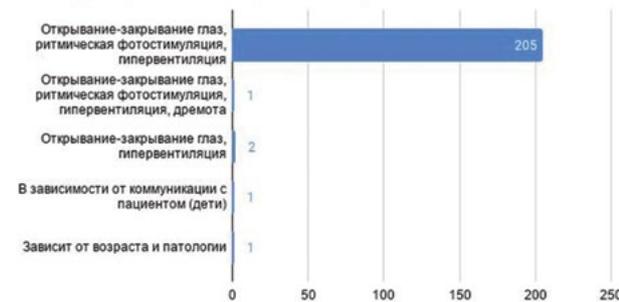


Рисунок 5. Результаты опроса специалистов: проведение функциональных проб во время рутинной ЭЭГ

На каких частотах проводится ритмическая фотостимуляция в Вашей лаборатории?

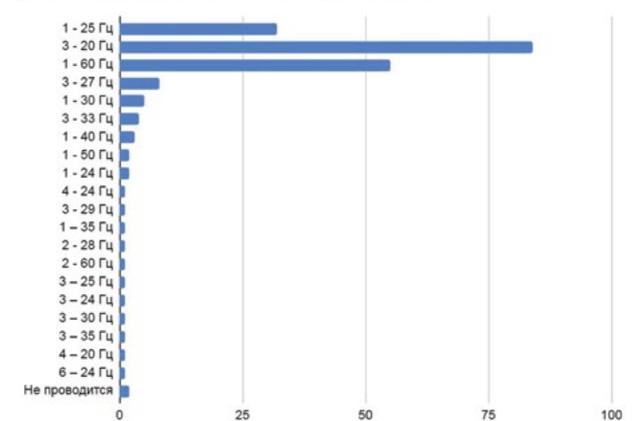


Рисунок 6. Результаты опроса специалистов: протокол РФС

При проведении ритмической фотостимуляции глаза пациента:

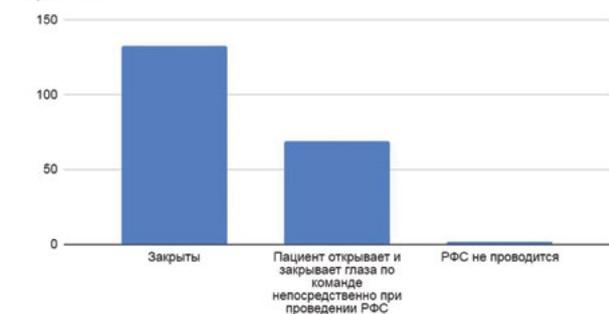


Рисунок 7. Результаты опроса специалистов: особенности проведения РФС

Как долго проводится гипервентиляция?

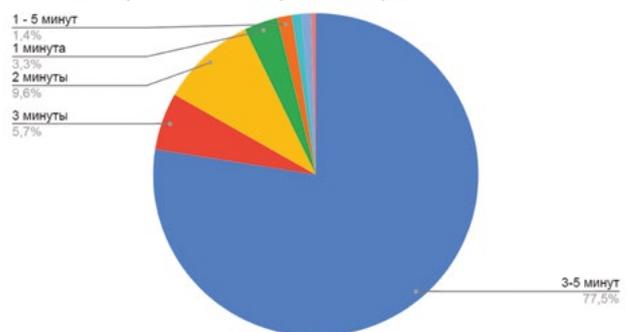


Рисунок 8. Результаты опроса специалистов: проведение гипервентиляции

диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации», приказ Министерства здравоохранения РФ от 26.12.2016. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований», «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ» [7]. Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 30.11.1993 № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации» выполнение исследования и выдачу по их результатам заключения выполняет врач функциональной диагностики. Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 26.12.2016 № 997н электроэнцефалография относится к функциональным исследованиям, которые, согласно профессиональному стандарту, выполняет врач или медицинская сестра функциональной диагностики. Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 30.11.1993 № 283 расчетные нормы времени на электроэнцефалографическое исследование с функциональными пробами одинаковы для врача функциональной диагностики и медицинской сестры функциональной диагностики и составляют 10,4 условной единицы рабочего времени, то есть 104 минуты. При этом методология проведения электроэнцефалографических исследований в упомянутых приказах не указана и единственным консенсусным документом, где подробно описано проведение рутинной ЭЭГ, являются «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ». Основные параметры этого документа совпадают с зарубежными рекомендациями. Единственные различия кроются в продолжительности записи ЭЭГ и деталях проведения функциональных проб. Так, в качестве достаточной продолжительности фоновой записи ЭЭГ в российских рекомендациях и рекомендациях ACNS указывают 20 минут безартефактной записи (для неонатальной ЭЭГ — 60 минут) [4, 11]. Эксперты IFCN указывают длительность записи ЭЭГ 20–30 минут как достаточную [6].

Протокол РФС, прописанный в российских рекомендациях, согласуется с «Обновленным европейским алгоритмом зрительной стимуляции» и с рекомендациями ACNS, за исключением обследования детей. Для этой возрастной группы ACNS рекомендует диапазон

1–30 Гц [4]. Гипервентиляцию как в российских, так и в зарубежных рекомендациях рекомендуют проводить, по крайней мере, в течение 3 минут [4, 11, 13]. Противопоказания к проведению функциональных проб тоже несколько различаются по данным разных источников (табл. 2). В российских рекомендациях указаны не только противопоказания для проведения гипервентиляции, но и РФС.

Проведенный нами опрос показал значительное расхождение практического выполнения рутинной ЭЭГ по сравнению с перечисленными рекомендациями.

Согласно «Рекомендациям экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ» на протяжении всего исследования необходимо присутствие как медицинской сестры, так и врача, а по приказу № 283 исследование проводит врач функциональной диагностики. По результатам опроса эти условия всегда выполняют 52% респондентов.

Согласно приказу № 283 время, предусмотренное для проведения и описание 1 рутинной ЭЭГ с функциональными пробами, составляет 104 минуты; расчетное время может быть увеличено на 20% с учетом степени тяжести больных, для детей до 7 лет. По результатам нашего опроса, лишь 24% специалистов располагают временем от 1 до 2 часов на проведение и описание одной рутинной ЭЭГ. Только 26,2% респондентов ответили, что длительность записи рутинной ЭЭГ составляет 30 и более минут, а в это время включена не только регистрация биоэлектрической активности головного мозга, но и установка и снятие электродов, анализ и написание заключения. Следует отметить, что, по данным литературы, уменьшение времени записи рутинной ЭЭГ с 30 мин. до 15 мин. приводит к снижению выявляемости эпилептиформных графоэлементов и их паттернов [13].

Канал ЭКГ постоянно используют только 46,2% участников опроса, в то время как его использование является обязательным, поскольку позволяет распознать артефакты ЭКГ на ЭЭГ [7]. Кроме того, выявление сердечной аритмии у пациентов с повторяющимися эпизодами потери сознания с судорогами или без них может быть ценным для получения информации о дифференциальном диагнозе [1].

Ритмическая фотостимуляция является распространенной пробой, проводимой при регистрации электроэнцефалограммы у детей и взрослых для выявления ано-

**Таблица 2**  
**Противопоказания к проведению функциональных проб**

Рекомендации	Ритмическая фотостимуляция	Гипервентиляция
РФ [7]	Недавняя отслойка сетчатки, послеоперационный период хирургии на глазах, кератит, мириаз	Субарахноидальное кровоизлияние, серповидно-клеточная анемия, внутричерепная гипертензия. Абсолютное противопоказание: болезнь моямая.  Проба проводится с учетом индивидуальных особенностей у беременных во 2-м и 3-м триместрах гестации, пациентов преклонного возраста, а также имеющих заболевания дыхательной системы (ХОБЛ), болезни сердечно-сосудистой системы (ИБС, инсульты и инфаркты на момент исследования и в анамнезе, серповидно-клеточная анемия, артериовенозные мальформации головного мозга)
ACNS [3, 4]		Недавнее внутричерепное кровоизлияние, сердечно-легочные заболевания, серповидно-клеточная анемия
IFCN [1, 4]		Заболевания легких; повышение внутричерепного давления, заболевания сердца

мальной epileptогенной чувствительности к мерцающему свету — фотопароксизмального ответа [11]. У большинства пациентов фотопароксизмальный ответ выявляется в диапазоне от 10 до 30 Гц, однако низкие частоты 1 и 2 Гц рекомендуются для выявления прогрессирующих миоклонических эпилепсий, высокие частоты — для выявления фотопароксизмального ответа при флуоресцентном освещении и просмотре телевизора. Возможна стимуляция цветными вспышками у пациентов с анамнезом приступов при просмотре телевизора и видеоигр. Для предотвращения возникновения приступа во время РФС предложено определять нижний и верхний пороги возникновения фотопароксизмального ответа [11]. Согласно нашему опросу, протоколы проведения РФС в разных лечебных учреждениях значительно разнятся. Чаще всего специалисты используют частотный диапазон от 3 до 20 Гц — программу РФС, записанную в стандартных настройках энцефалографа. Частотный диапазон от 1 до 60 Гц применяют примерно четверть (26%) специалистов.

Согласно «Рекомендациям экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ» [7], а также «Обновленному европейскому алгоритму визуальной стимуляции» [11] проведение РФС рекомендовано в трех состояниях: с открытыми глазами, при плавном закрывании глаз и с закрытыми глазами. Закрывание глаз — самое провоцирующее состояние в отношении выявления фотопароксизмального ответа, в 10% случаев — единственный способ выявить таковой. Появление фотопароксизмального ответа при плавном закрывании глаз во время ритмической фотостимуляции аналогично его возникновению во время просмотра телевизора, при солнечном свете [3]. По данным нашего опроса, чаще всего РФС проводят при закрытых глазах (63%) и только в трети случаев (33%) — в трех состояниях.

Гипервентиляционная проба является одним из провокаторов эпилептиформной активности, в первую очередь абсансной эпилепсии, и должна длиться, по крайней мере, 3 минуты. Наш опрос показал, что 77,5% специалистов проводят гипервентиляцию от 3 до 5 минут, а часть врачей продолжают эту пробу лишь 2 или даже 1 минуту (рис. 8). Увеличение продолжительности гипервентиляции до 5 минут безопасно и повышает диагностическую ценность ЭЭГ по сравнению с трехминутной пробой [14], хотя, по данным N. Watemberg и соавторов, у большинства детей с подозрением на абсансы приступ развивается менее чем через 90 секунд после начала гипервентиляции [15].

Сравнение результатов опроса с рекомендациями по проведению ЭЭГ показало: лишь 9 респондентов из 210 (4,3%) проводят рутинную ЭЭГ полностью в соответствии с «Рекомендациями экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ», лишь 3 специалиста (1,4% от общего числа респондентов) ответили, что врач функциональной диагностики присутствует на протяжении всего обследования.

В настоящее время «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической

лиги по проведению рутинной ЭЭГ» остаются единственным формально консенсусным документом по проведению рутинной ЭЭГ, который по своему содержанию близок к рекомендациям международных нейрофизиологических обществ. Наш опрос показал, что на практике этими рекомендациями в полной мере руководствуется минимальное количество специалистов, что приводит к снижению диагностической ценности самого исследования и доверия к его результатам со стороны врачей клинических специальностей.

Мы предлагаем несколько направлений решения проблем, поднятых проведенным нами опросом.

Унификации терминологии описания ЭЭГ и формированию врачебного заключения следует уделять отдельное внимание. В 2020 г. группой экспертов был выполнен и согласован путем общественного обсуждения на нескольких интренет-площадках перевод на русский язык последней версии глоссария IFCN (2017) [2]. Мы предлагаем внедрять его в образовательные программы, что позволит улучшить коммуникацию между врачами функциональной диагностики и неврологами, повысить информативность ЭЭГ и межэкспертную надежность.

Другим направлением, которое должно помочь стандартизировать регистрацию ЭЭГ, должна стать практика регулярного общественного пересмотра рекомендаций с применением инструментов доказательной медицины для аргументации предлагаемых изменений.

Кроме этого, на наш взгляд, необходимо расширение образовательных программ для врачей и медицинских сестер, которые следует проводить под эгидой профильных некоммерческих врачебных ассоциаций — Российской ассоциации специалистов по функциональной диагностике (РАСФД), Ассоциации специалистов по клинической нейрофизиологии (АСКЛИН), Российского представительства международной противоэпилептической лиги (ILAE), Российского общества неврологов. Бурное развитие телекоммуникационных технологий позволяет уже сейчас проводить интерактивные вебинары для врачей, проживающих в самых отдаленных регионах нашей страны. Учитывая представленные данные, необходимо увеличить долю образовательных мероприятий, посвященных методологии проведения рутинной ЭЭГ.

### Заключение

Опрос специалистов, выполняющих рутинную ЭЭГ, показал, что, несмотря на широкое применение методики в клинической практике, предложенный протокол ее проведения в большинстве случаев не выполняется. Результаты указывают на необходимость масштабирования образовательных программ по ЭЭГ как для врачей, так и для медицинских сестер функциональной диагностики. Современные телекоммуникационные технологии позволяют проводить вебинары и онлайн-обсуждения, доступные врачам на всей территории РФ, и их проведение под эгидой профессиональных некоммерческих организаций повысит качество и доступность постдипломного образования нейрофизиологов — врачей функциональной диагностики и неврологов.

## Список литературы / References

1. Tatum W. O., Rubboli G., Kaplan P. W., Mirsatari S. M., Radhakrishnan K., Gloss D., Caboclo L. O., Drislane F. W., Koutroumanidis M., Schomer D. L., Kasteleijn-NolstTrenite D., Cook M., Beniczky, S. Clinical utility of EEG in diagnosing and monitoring epilepsy in adults. *Clinical Neurophysiology*. 2018. 129 (5): 1056–1082.
2. Русскоязычный словарь терминов, используемых в клинической электроэнцефалографии. М.В. Синкин, Н.Е. Кваскова, А.Г. Брутян, В.Ю. Ноговицын, А.А. Троицкий, И.В. Иванова, А.И. Белякова-Бодина, И.Г. Комольцев, А.А. Шарков, Н.Б. Архипова, А.В. Романова, И.В. Окунева, Е.А. Баранова, Е.С. Макашова, Е.Г. Селиверстова, Е.П. Богданова, О.Д. Ельшина, Т.А. Александрова, А.Н. Уляков, А.Г. Ашихмина, О.О. Рубцов // *Нервные болезни*. 2021. № 1: 83–88.  
Russian dictionary of terms used in clinical electroencephalography. M. V. Sinkin, N. E. Kvaskova, A. G. Brutyan, V. Y. Nogovitsyn, A. A. Troitsky, I. V. Ivanova, A. I. Belyakova-Bodina, I. G. Komol'tsev, A. A. Sharkov, N. B. Arkhipova, A. V. Romanova, I. V. Okuneva, E. A. Baranova, E. S. Makashova, E. G. Seliverstova, E. P. Bogdanova, O. D. Elshina, T. A. Aleksandrova, A. N. Ulyakov, A. G. Ashimina, O. O. Rubtsov. *Nervous diseases*. 2021. № 1: 83–88.
3. Guidelines and Consensus Statements. Доступно по: <https://www.acns.org/practice/guidelines>. Ссылка активна на 06.09.2021. Available from <https://www.acns.org/practice/guidelines>. Link active until 06.09.2021.
4. Рекомендации и стандарты ЭЭГ. Визуальная ЭЭГ. Доступно по: <http://eeg-online.ru/glossary.htm>. Ссылка активна на 06.09.2021. EEG guidelines and standards. Visual EEG. Available from: <http://eeg-online.ru/glossary.htm>. Link active until 06.09.2021.
5. Guidelines / Minimal Standards | CSCN. Доступно по: <https://www.cnsf.org/cscn/about-cscn/guidelines-minimal-standards/>. Ссылка активна на 06.09.2021. Available from <https://www.cnsf.org/cscn/about-cscn/guidelines-minimal-standards/>. Link active until 06.09.2021.
6. Practice for clinical electroencephalography. Доступно по: [https://www.bscn.org.uk/content\\_wide.aspx?Group=guidelines&Page=guidelines\\_eeg](https://www.bscn.org.uk/content_wide.aspx?Group=guidelines&Page=guidelines_eeg). Ссылка активна на 06.09.2021. Available from [https://www.bscn.org.uk/content\\_wide.aspx?Group=guidelines&Page=guidelines\\_eeg](https://www.bscn.org.uk/content_wide.aspx?Group=guidelines&Page=guidelines_eeg). Link active until 06.09.2021.
7. Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ // *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. 2016. 8 (4): 99–108.  
Recommendations of the Neurophysiology Expert Council of the Russian Anti-Epileptic League on Routine EEG. *Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2016. 8 (4): 99–108.
8. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей / Л.Р. Зенков.— 8-е изд.— М.: Медпресс-Информ, 2017.— 360 с.  
Zenkov L. R. *Clinical electroencephalography (with elements of epileptology). Guidelines for physicians* / L. R. Zenkov.— 8th ed.— М.: Medpress-Inform, 2017.— 360 p.
9. Электроэнцефалография: руководство / М.В. Александров, Л.Б. Иванов, С.А. Лытаев и др. / под ред. М.В. Александрова.— 3-е изд., перераб. и доп.— СПб.: СпецЛит, 2020.— 224 с.  
Electroencephalography: manual / M. V. Alexandrov, L. B. Ivanov, S. A. Lytaev et al. / edited by M. V. Alexandrov.— SpetsLit, 2020.— 224 p.
10. Иванов Л.Б. Прикладная компьютерная электроэнцефалография: монография / Л.Б. Иванов.— М.: МБН, 2000.— 251 с.  
Ivanov L. B. *Applied computer electroencephalography: monograph* / L. B. Ivanov.— MOSCOW: MBN, 2000.— 251 p.
11. Kasteleijn-NolstTrenite D., Rubboli G., Hirsch E., Martins da Silva A., Seri S., Wilkins A., Jaime Para J., Covanis A., Elia M., Capovilla G., Stephani U., Harding, G. (2011). Methodology of photic stimulation revisited: Updated European algorithm for visual stimulation in the EEG laboratory. *Epilepsia* — 53(1): 16–24.
12. Социальная сеть Facebook, группа «Клиническая нейрофизиология для профессионалов» <https://www.facebook.com/groups/759538944174515> Ссылка активна на 06.09.2021. Facebook social network, group «Clinical Neurophysiology for Professionals» <https://www.facebook.com/groups/759538944174515> Link active until 06.09.2021
13. Craciun L., Gardella E., Alving J., Terney D., Mindruta I., Zarubova J., Beniczky S. How long shall we record electroencephalography? *Acta Neurologica Scandinavica*. 2013. 129 (2): 9–11.
14. Craciun L., Varga E.T., Mindruta I., Meritam P., Horváth Z., Terney D., Beniczky S. et. al. Diagnostic yield of five minutes compared to three minutes hyperventilation during electroencephalography. *Seizure*. 2015. 30: 90–92.
15. Waternberg N., Farkash M., Har-Gil M., Sezer T., Goldberg-Stern H., & Alehan F. Hyperventilation During Routine Electroencephalography: Are Three Minutes Really Necessary? *Pediatric Neurology*. 2015. 52 (4): 410–413.

Статья поступила / Received 20.10.21

Поступила после рецензирования / Revised 17.11.21

Принята в печать / Accepted 18.11.21

## Информация об авторах

**Богданова Евгения Павловна**, врач функциональной диагностики<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0001-8052-2375

**Ельшина Оксана Дмитриевна**, ассистент кафедры неврологии, психиатрии и наркологии<sup>2</sup>, невролог, эпилептолог, врач функциональной диагностики<sup>3</sup>. ORCID: 0000-0001-8280-6814

**Синкин Михаил Владимирович**, к.м.н., с.н.с., рук. группы клинической нейрофизиологии отделения неотложной нейрохирургии<sup>4</sup>, зав. лабораторией инвазивных нейроинтерфейсов<sup>5</sup>. ORCID: 0000-0001-5026-0060

<sup>1</sup> Клиника «Источник» (ООО «ПолиКлиника»), Челябинск

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», Нижний Новгород

<sup>3</sup> ООО «Тонус Лайф», Нижний Новгород

<sup>4</sup> ГБУЗ «НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗМ г. Москвы», Москва

<sup>5</sup> ФГБУ «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», Москва

**Автор для переписки:** Богданова Евгения Павловна.  
E-mail: bogdanova.evg@mail.ru

**Для цитирования:** Богданова Е.П., Ельшина О.Д., Синкин М.В. Опрос российских врачей о проведении рутинной электроэнцефалографии. *Медицинский алфавит*. 2021;(39):26–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-26-32>

## Author information

**Bogdanova Evgeniya P.** Doctor of functional diagnostics<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0001-8052-2375

**Elshina Oksana D.** Assistant of the Department of Neurology, Psychiatry and Narcology<sup>2</sup>, neurologist, epileptologist, doctor of functional diagnostics<sup>3</sup>. ORCID: 0000-0001-8280-6814

**Sinkin Mikhail V.** Senior Researcher, Head of the Group of Clinical Neurophysiology of the Department of Emergency Neurosurgery<sup>4</sup>, Head of laboratory of invasive neurointerfaces<sup>5</sup>. ORCID: 0000-0001-5026-0060

<sup>1</sup> Clinic «Istochnik» («Polyclinic» LLC), Chelyabinsk

<sup>2</sup> Privolzhsky Research Medical University, Department of Neurology, Psychiatry and Addiction Medicine, Nizhny Novgorod.

<sup>3</sup> Tonus Life LLC, Nizhny Novgorod

<sup>4</sup> Research Institute of Emergency Medicine named after N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow

<sup>5</sup> A.I. Yevdokimov Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry

**Contact information:** Bogdanova Evgeniya P.  
E-mail: bogdanova.evg@mail.ru

**For citation:** Bogdanova E.P., Elshina O.D., Sinkin M.V. Survey among Russian doctors on routine electroencephalography. *Medical alphabet*. 2021;(39):26–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-26-32>



# НЕЙРО-МС

Диагностический монофазный магнитный стимулятор «Нейро-МС» разработан для использования в области научных исследований и во врачебной практике и позволяет проводить множество диагностических тестов. Мощный монофазный стимул активизирует однородные группы нейронов и способствует получению воспроизводимых ответов с мышц верхних и нижних конечностей даже в условиях патологии.

- ▶ Мощный монофазный стимул
- ▶ Комплектации для одиночной и для парной стимуляции
- ▶ Индукторы различных форм и размеров с возможностью управления стимуляцией
- ▶ Идеальная совместимость с миографами большинства ведущих производителей



## Области применения

- ▶ Исследование центральных и периферических моторных проводящих путей у взрослых и детей
- ▶ Исследование черепно-мозговых нервов
- ▶ Ранняя диагностика, оценка, прогноз и мониторинг рассеянного склероза, бокового амиотрофического склероза, двигательных нарушений, болезни мотонейрона, повреждений спинного мозга и т. д.
- ▶ Оценка функционального состояния нейромедиаторных механизмов ЦНС, в том числе пре- и постсинаптических ГАМК<sub>A</sub>- и ГАМК<sub>B</sub>-рецепторов

[www.neurosoft.com](http://www.neurosoft.com)

[info@neurosoft.com](mailto:info@neurosoft.com)

+7 4932 24-04-34, +7 4932 95-99-99

Россия, 153032, г. Иваново, ул. Воронина, д. 5



**Нейрософт**

# Правила регистрации рутинной электроэнцефалограммы

М. В. Синкин<sup>1,2</sup>, Е. П. Богданова<sup>3</sup>, О. Д. Ельшина<sup>4,5</sup>, А. А. Троицкий<sup>6</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «НИИ скорой помощи имени Н. В. Склифосовского ДЗМ г. Москвы», Москва

<sup>2</sup> ФГБУ «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова», Москва

<sup>3</sup> Клиника «Источник» (ООО «ПолиКлиника»), Челябинск

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», Нижний Новгород

<sup>5</sup> ООО «Тонус Лайф», Нижний Новгород

<sup>6</sup> Центр эпилептологии и неврологии им А. А. Казаряна, Москва

## РЕЗЮМЕ

Электроэнцефалография (ЭЭГ) является одним из основных методов оценки биоэлектрической активности головного мозга. Это наиболее эффективный инструментальный метод диагностики эпилепсии, который также используют для определения локализации эпилептогенной зоны при подготовке к хирургическому лечению фармакорезистентной эпилепсии и в терапии критических состояний. На практике наиболее распространенным видом является рутинная ЭЭГ, информативность которой во многом зависит от правильности ее проведения. В статье кратко изложены правила проведения рутинной ЭЭГ и перечислены наиболее распространенные ошибки, которые могут повлиять на ее интерпретацию.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электроэнцефалография, рутинная ЭЭГ.

**ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ.** Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

## Rules for a routine electroencephalogram recording

M. V. Sinkin<sup>1,2</sup>, E. P. Bogdanova<sup>3</sup>, O. D. Elshina<sup>4,5</sup>, A. A. Troitskiy<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Emergency Medicine named after N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow

<sup>2</sup> A. I. Yevdokimov Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry

<sup>3</sup> Clinic 'Istochnik' ('Polyclinic' LLC), Chelyabinsk

<sup>4</sup> Privolzhsky Research Medical University, Department of Neurology, Psychiatry and Addiction Medicine, Nizhny Novgorod

<sup>5</sup> Tonus Life' LLC, Nizhny Novgorod

<sup>6</sup> Kazaryan clinic neurology and epileptology, Moscow

## SUMMARY

Electroencephalography (EEG) is the primary method for functional assessment of the brain bioelectrical activity. It is the most effective for epilepsy diagnosing, and also used for localization of the epileptogenic zone in presurgical evaluation for pharmaco-resistant epilepsy and in critical care medicine. In practice, the most common type is a 'routine' EEG, the informative value of which depends largely on the accuracy of its performance. The paper briefly outlines the rules for performing a routine EEG and lists the most common mistakes that can affect its interpretation.

**KEYWORDS:** Electroencephalography, routine EEG.

**SOURCE OF FUNDING.** The authors declare that there are no funding.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Введение

Электроэнцефалография (ЭЭГ) является золотым стандартом неинвазивной оценки биоэлектрической активности мозга. Это наиболее эффективный инструментальный метод в диагностике эпилепсии, который также используют для определения локализации эпилептогенной зоны при подготовке к хирургическому лечению фармакорезистентной эпилепсии и терапии критических состояний [1].

Информативность ЭЭГ для диагностики заболеваний психической сферы остается предметом научных дискуссий. В настоящее время основным направлением изучения ЭЭГ в психиатрии остается ее количественный анализ, в то время как визуальная оценка фоновой активности в разных функциональных состояниях и классификация особых «эпилептиформных» графоэлементов в эпилептологической практике достаточна.

Под рутинной ЭЭГ обычно понимают относительно короткую ЭЭГ без синхронной записи видеоизображения, которую проводят с помощью быстро устанавливаемых на поверхность скальпа отдельных электродов или электродных систем, выпол-

ненных в виде шлемов. Рутинная ЭЭГ включает минимальный набор активизирующих (функциональных) проб.

Рутинная ЭЭГ информативна в выявлении постоянного нарушения фоновой биоэлектрической активности, например, ее регионального или диффузного замедления, но по сравнению с продолжительными записями и ЭЭГ-видеомониторингом ценность короткой ЭЭГ в диагностике эпилепсии относительно невысока — в межприступный период характерные изменения обнаруживают лишь у 25–56% больных. Чувствительность рутинной ЭЭГ может быть выше для некоторых типов приступов и форм эпилепсии (например, при абсансной или ювенильной миоклонической эпилепсии), чем для других (например, фокальные височные приступы) [1]. Однако в практике отделений и кабинетов функциональной диагностики нервной системы такой формат распространен наиболее широко, поскольку позволяет проводить обследования большому количеству больных при адекватных затратах трудовых ресурсов.

В настоящее время «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противозащитной лиги

по проведению рутинной ЭЭГ» остаются единственным консенсусным документом, подробно описывающим проведение рутинной ЭЭГ в нашей стране. Его структура и содержание в целом соответствует рекомендациям других международных нейрофизиологических сообществ [1–8].

### **Протокол регистрации рутинной ЭЭГ**

#### *Исследование рутинной ЭЭГ*

*состоит из 5 основных этапов:*

- подготовка к исследованию;
- установка регистрирующих электродов;
- регистрация электроэнцефалограммы;
- просмотр и анализ электроэнцефалограммы;
- создание заключения.

#### *Подготовка к исследованию*

Запись должна содержать фамилию и имя пациента, возраст, дату записи, идентификационный номер, имя и фамилию медицинской сестры функциональной диагностики, номер истории болезни (амбулаторной карты), повод обращения к врачу, дату последнего эпилептического приступа и частоту их возникновения (если пациент с эпилепсией), информацию о получаемой терапии и цель исследования [2]. Как таковых противопоказаний или возрастных ограничений для регистрации ЭЭГ не существует, однако есть ряд противопоказаний к проведению отдельных функциональных проб, в связи с чем перед исследованием необходимо провести обязательный опрос пациента для выяснения их наличия или отсутствия. Если пациенту было рекомендовано проведение ЭЭГ после депривации сна, необходимо уточнить продолжительность ночного сна перед исследованием, засыпал ли пациент утром, например, в транспорте, перед исследованием.

#### *Установка регистрирующих электродов*

Для записи рутинной ЭЭГ необходимо использовать не менее 19 каналов, а электроды должны быть установлены согласно международной системе «10–20». Наличие заземления обязательно. Электродный импеданс должен находиться в границах 0,1–10 кОм. Следует проверять импеданс во время записи, если на ЭЭГ появляется активность, характер которой не исключает ее артефактный генез [2]. Также обязательной является регистрация канала электрокардиограммы (ЭКГ) [2].

#### *Запись электроэнцефалограммы*

Регистрацию ЭЭГ рекомендуют начинать при чувствительности 7 мкВ/мм. В ходе регистрации и просмотра ЭЭГ чувствительность целесообразно подбирать для каждого пациента в индивидуальном порядке. Рекомендовано использование фильтров высоких и низких частот (ФВЧ и ФНЧ) в частотном диапазоне от 0,5–1 до 70 Гц. Дополнительно может быть использован сетевой фильтр 50 Гц, однако его следует отключить при подозрении на артефактный генез высокочастотной активности для оценки качества контакта электрода с кожей.

Регистрацию ЭЭГ рекомендуют начинать в референциальном (монополярном) монтаже, с периодическим обязательным переключением в продольный и поперечный биполярный монтаж для исключения артефакта «соляного мостика», вызванного затеканием геля от соседнего электрода.

Исследование начинают с фоновой записи в состоянии спокойного бодрствования при закрытых глазах в положении сидя или лежа. Продолжительность безартефактной записи должна составлять не менее 20 минут [2].

В качестве активирующих (функциональных) проб при рутинной ЭЭГ используют пробу активации (открытие-закрывание глаз), а при отсутствии противопоказаний — ритмическую фотостимуляцию (РФС), гипервентиляцию (ГВ) [2]. Противопоказаниями к проведению РФС являются: недавняя отслойка сетчатки, послеоперационный период хирургии на глазах, кератит, мидриаз. Противопоказаниями к ГВ являются: недавнее (т.е. в течение последних 12 месяцев) внутречерепное или субарахноидальное кровоизлияние или инфаркт миокарда, серьезные заболевания сердца (т.е. плохо контролируемая или нестабильная стенокардия), легочные заболевания (т.е. ХОБЛ, вызывающая у пациента одышку в покое), серповидно-клеточная анемия, а также установленный диагноз болезни мюллеров [2, 4]. Относительные противопоказания: известные стабильные цереброваскулярные заболевания, ишемическая болезнь сердца (предшествующие инфаркт миокарда и стенокардия) и астма, когда оценка соотношения риска и пользы проводится с участием направляющего врача и/или пациента и с их согласия [2, 4]. В ситуациях, когда адекватная гипервентиляция может быть невозможна, например, пациент не выполняет инструкции, имеет рестриктивные заболевания легких или физически не может провести пробу (например, беременность, пожилой возраст), решение принимает и документирует нейрофизиолог [4].

Пробу активации (открытие-закрывание глаз) проводят в течение 15–20 секунд для каждой фазы [2].

Ритмическую фотостимуляцию проводят в трех состояниях: начинают при открытых глазах, через несколько секунд пациента просят закрыть глаза (состояние закрывания глаз) и далее глаза остаются закрыты до прекращения серии вспышек (состояние при закрытых глазах). Диапазон частот РФС должен составлять 1–60 Гц. При возникновении фотопароксизмального ответа (ФПО) РФС следует остановить [2]. Международная противозепилептическая лига (ILAE) дополнительно рекомендует использовать «обновленный европейский алгоритм визуальной стимуляции в ЭЭГ-лаборатории» с определением верхнего и нижнего порогов возникновения ФПО. В этом случае пробу останавливают при первом появлении РФС (нижний порог ФПО), после чего возобновляют с частоты 60 Гц, постепенно уменьшая ее до повторной регистрации генерализованного ФПО (верхний порог возникновения ФПО) [8]. Общая продолжительность пробы с РФС не должна превышать 6 минут [6].

Если РФС проводят после ГВ, интервал между этими пробами должен составлять не менее 3 минут [4, 6].

Продолжительность гипервентиляции должна составлять не менее 3 минут [2]. После ГВ необходимо продолжить регистрацию ЭЭГ, по крайней мере, в течение 1 минуты [2].

По показаниям может быть проведена фоностимуляция или воспроизведены ситуации, в которых возникали приступы, послужившие причиной назначения ЭЭГ. Примером может служить подозрение на психогенные неэпилептические приступы (ПНЭП), возникающие в закрытых помещениях или при упоминании о каком-либо событии из жизни пациента [2,

3, 7]. Информативность ЭЭГ возрастает при депривации сна или сочетании позднего засыпания и раннего насильственного пробуждения [2].

Поскольку эпилептиформная активность нередко проявляется в дремоте и начальных стадиях сна, при засыпании пациента во время рутинной ЭЭГ наиболее правильным решением является продолжение записи, а не активация пациента [2].

#### Просмотр и анализ электроэнцефалограммы

При просмотре ЭЭГ для идентификации патологической активности следует использовать все имеющиеся варианты монтажных схем. Рекомендуется использовать следующие монтажи: биполярный продольный («по полушариям»), референциальный (монополярный) с усредненным референтом, а при сомнениях в оценке — биполярный продольный «лево-право», биполярный поперечный и референциальные монтажи с различными вычисляемыми референтами. Скорость отображения кривых на экране должна быть 30 мм/сек, однако для детального изучения отдельных графоэлементов или их паттернов может быть изменена [2].

**Таблица 1**  
Основные параметры регистрации рутинной ЭЭГ

Показатель	Рекомендации РФ [2]	Международные рекомендации [1, 3–8]
Минимальное число каналов по Международной схеме «10–20»	19	16–21
ФВЧ*	Не ниже 70 Гц	
ФНЧ*	0,5 Гц	Не выше 1 Гц 0,3–0,6 Гц для неонатальной ЭЭГ
Сетевой фильтр	50 Гц	50–60 Гц, зависит от частоты переменного тока электрической сети в соответствующей стране
Скорость отображения кривых	30 мм/сек.	
Регистрация ЭКГ	Обязательна, минимум 1 канал	
Импеданс	0,1–10 кОм	0,1–10 кОм / не более 5 кОм
Чувствительность (вертикальный масштаб) отображения кривых	5–10 мкВ/мм	5–10 мкВ/мм; 7–15 мкВ/мм при записи ЭЭГ у детей
Продолжительность фоновой записи	20 минут без артефактной записи	20–30 минут без артефактной записи
Ритмическая фотостимуляция	Каждую серию стимуляции начинают с открытыми глазами, через 5 секунд дают команду закрыть глаза. При возникновении ФПО РФС необходимо немедленно остановить, после чего определить границы ФПО	
Частоты ритмической стимуляции	1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 60, 50, 40, 30, 25 Гц	1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 60, 50, 40, 30, 25 Гц; 1–30 Гц при регистрации ЭЭГ у детей
Гипервентиляция	Не менее 3 минут	3–5 минут

\* В рекомендациях РПЭЛ, а также в рекомендациях различных международных сообществ нейрофизиологов, в том числе ILAE, имеются различия относительно обозначений фильтров высокой и низкой частоты (ФВЧ и ФНЧ), что вызвано разным подходом к называнию этих фильтров в зарубежных странах. Так, используемый в Российской Федерации термин «фильтр высоких частот» (ФВЧ) в зарубежной литературе называют lowpass (низкочастотный), а фильтр низких частот (ФНЧ) — highpass (высокочастотный).

### Формирование протокола обследования и заключения

Протокол должен содержать:

- информацию от направляющего врача: предположительный диагноз, дату последнего эпилептического приступа или другого пароксизмального эпизода и частоту их возникновения, информацию о получаемой терапии и клинический вопрос, интересующий специалиста при назначении исследования;
- информацию от медсестры функциональной диагностики: порядковый номер проводимого обследования, фамилию, имя, отчество и возраст пациента, время и дату записи, уровень бодрствования, полноту восприятия и правильность выполнения инструкций;
- описание ЭЭГ. Включает в себя основные ритмы фоновой записи, наличие доминирующего затылочного ритма, оценку симметричности по частоте, амплитуде, эффекта от активизирующих (функциональных) проб. При регистрации эпилептиформных графоэлементов описывают их локализацию, морфологию, частоту возникновения и динамику развития во время записи, клинические события, которые сопровождают появление патологической активности;
- интерпретацию картины ЭЭГ с использованием клинической терминологии в контексте диагноза и вопросов направляющего врача [2, 9].

Категорически неприемлемо использовать системы для автоматического формирования протокола и заключения ЭЭГ, поскольку методика формирования такого отчета включает анализ всех колебаний кривых, включая артефакты, а методы автоматической детекции эпилептиформной активности далеки от совершенства.

Основные технические параметры регистрации рутинной ЭЭГ представлены в таблице 1.

Наиболее распространенные ошибки в регистрации рутинной ЭЭГ представлены в таблице 2.

### Заключение

При выполнении рутинной ЭЭГ следует строго придерживаться правил ее регистрации, поскольку методические ошибки могут повлиять на результат исследования, снижая его диагностическую ценность, и подрывать доверие к методу со стороны врачей клинических специальностей.

### Список литературы / References

1. Guidelines / Minimal Standards | CSCN. Доступно по: <https://www.cnsf.org/cscn/about-cscn/guidelines-minimal-standards/>. Ссылка активна на 23.09.2021
2. Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противозепилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2016. 8 (4): 99–108. Recommendations of the Neurophysiology Expert Council of the Russian Anti-Epileptic League on Routine EEG. *Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2016. 8 (4): 99–108.
3. Guidelines and Consensus Statements. Доступно по: <https://www.acns.org/practice/guidelines>. Ссылка активна на 23.09.2021.
4. Practice for clinical electroencephalography. Доступно по: [https://www.bscn.org.uk/content\\_wide.aspx?Group=guidelines&Page=guidelines\\_eeg](https://www.bscn.org.uk/content_wide.aspx?Group=guidelines&Page=guidelines_eeg) Ссылка активна на 23.09.2021
5. CAET Technical Standards. Доступно по: <https://www.caet.org>. Ссылка активна на 23.09.2021.

Таблица 2  
Ошибки при проведении рутинной ЭЭГ

Ошибки	Клиническое значение
<b>Технические ошибки</b>	
Использование ФВЧ (низкочастотного) ниже 70 Гц (часто 30–35 Гц)	Настройка ФВЧ (низкочастотного) ниже 70 Гц может исказить, снижать амплитуду или изменять морфологию спайков, при этом артефакты миограммы могут выглядеть как эпилептиформная активность [1, 2]
Отсутствие канала ЭКГ	Регистрация канала ЭКГ позволяет распознать артефакты ЭКГ на ЭЭГ, которые могут выглядеть как спайки, что бывает полезно в сложных и спорных случаях [1–3]. Также может быть получена дополнительная информация для дифференциальной диагностики эпилептического приступа и кардиогенной синкопы
Регистрация и просмотр ЭЭГ только в референциальном (монопольном) монтаже	При записи ЭЭГ только в референциальном монтаже нельзя распознать артефакт «солевых мостиков», который значительно нарушает целостность зонального распределения регистрируемой биоэлектрической активности головного мозга и значительно затрудняет анализ в бипольном монтаже [10]. При просмотре ЭЭГ исключительно в референциальном монтаже могут возникнуть трудности дифференцировки эпилептиформной активности от артефакта, возникшего под референтным электродом, что может привести к ошибочной интерпретации [10]
Сокращение продолжительности исследования менее 20 минут	Снижает вероятность выявления эпилептиформной активности и чувствительность ЭЭГ [11]
<b>Ошибки при проведении активирующих (функциональных) проб</b>	
Использование протокола РФС без частот выше 25–30 Гц	Проведение РФС на высоких частотах позволяет выявлять ФПО у пациентов, у которых эпилептические приступы провоцируются просмотром телевизора, компьютерными играми, флюоресцентным освещением [8]
Проведение РФС только при открытых/закрытых глазах	Закрывание глаз — самый сильный провокатор ФПО. У 10% пациентов ФПО выявляют исключительно при закрывании глаз во время РФС. Знать, возникает ли ФПО при закрывании глаз, важно, т.к. у этих пациентов ФПО будут возникать во время просмотра телевизора или при солнечном свете [8]
Использование только нечетных частот РФС	У части пациентов ФПО возникает на четные частоты, у других — на нечетные, в связи с чем рекомендуется комбинация четных и нечетных частот [8]
Продолжение РФС, несмотря на регистрацию генерализованной эпилептиформной активности	Возможно развитие у пациента генерализованного эпилептического приступа, регистрация которого не добавит никакой существенной клинической информации, однако сопровождается определенным риском для здоровья пациента
Непроведение активирующих проб при отсутствии противопоказаний	Активирующие (функциональные) пробы являются мощными провокаторами эпилептиформной активности и значительно повышают информативность ЭЭГ [10]
Остановка записи ЭЭГ сразу после прекращения пробы с гипервентиляцией, проведение РФС сразу после ГВ	Необходимо оценить картину ЭЭГ после ГВ в динамике. Эпилептиформная активность, спровоцированная ГВ, может возникнуть после окончания пробы [10]. Если РФС проводится после ГВ, интервал между пробами должен составлять не менее 3 минут [2]
<b>Ошибки при регистрации эпилептиформной активности на ЭЭГ/развитии клинического события</b>	
Отсутствие клинического тестирования пациента	Клинические симптомы во время эпилептиформной активности не всегда проявляются движениями. У пациента может развиться парез, афазия или абсанс, которые не видны без подобного тестирования [2]
Остановка записи ЭЭГ при развитии эпилептического приступа	Регистрация всего паттерна эпилептического приступа позволяет оценить динамику эпилептиформной активности и локализовать зону начала приступа, что может быть важно для определения тактики лечения

- Flink R., Pedersen B., Guekht A. B., Malmgren K., Michelucci R., Neville B., Pinto F., Stephani U., Ozkara C. Guidelines for the use of EEG methodology in the diagnosis of epilepsy. *International League Against Epilepsy: Commission Report Commission on European Affairs: Subcommission on European Guidelines. Acta Neurologica Scandinavica*, 106 (1), 2002, p. 1–7.
- IFCN-endorsed Guidelines and Consensus Papers. Доступно по: <https://www.sciencedirect.com/journal/clinical-neurophysiology/special-issue/10ZP129L9P3>. Ссылка активна на 23.09.2021.
- Guidelines & Reports. Доступно по: <https://www.ilae.org/guidelines/guidelines-and-reports>. Ссылка активна на 23.09.2021.
- Русскоязычный словарь терминов, используемых в клинической электроэнцефалографии. М. В. Синкин, Н. Е. Кваскова, А. Г. Брутян, В. Ю. Ноговицын, А. А. Троицкий, И. В. Иванова, А. И. Белякова-Бодина, И. Г. Комольцев, А. А. Шарков, Н. Б. Архипова, А. В. Романова, И. В. Окунева, Е. А. Баранова, Е. С. Макашова, Е. Г. Селиверстова, Е. П. Богданова, О. Д. Ельшина, Т. А. Александрова, А. Н. Уляков, А. Г. Ашихмина, О. О. Рубцов // *Нервные болезни*. 2021. № 1: 83–88. *Russian dictionary of terms used in clinical electroencephalography*. M. V. Sinkin, N. E. Kvaskova, A. G. Brutyan, V. Y. Nagovitsyn, A. A. Troitsky, I. V. Ivanova, A. I. Belyakova-Bodina, I. G. Komoltsev, A. A. Sharkov, N. B. Arkhipova, A. V. Romanova, I. V. Oguneva, E. A. Baranova, E. S. Makashova, E. G. Seliverstova, E. P. Bogdanova, O. D. Elshina, T. A. Aleksandrova, A. N. Ulyakov, A. G. Ashimina, O. O. Rubtsov. *Nervous diseases*. 2021. № 1: 83–88.
- Beniczky Sándor, Schomer Donald L. Schomer. *Electroencephalography: basic biophysical and technological aspects important for clinical applications*. // *Epileptic Disorders*. 2020. 22 (6).
- Craciun L., Gardella E., Alving J., Terney D., Mindruta I., Zarubova J., Beniczky S. *How long shall we record electroencephalography?// Acta Neurologica Scandinavica*. 2013. 129 (2). P. 9–11.

Статья поступила / Received 10.11.21  
Поступила после рецензирования / Revised 17.11.21  
Принята в печать / Accepted 20.11.21

#### Информация об авторах

**Синкин Михаил Владимирович**, к.м.н., с.н.с., рук. группы клинической нейрофизиологии отделения неотложной нейрохирургии<sup>1</sup>, зав. лабораторией инвазивных нейроинтерфейсов<sup>5</sup>.  
ORCID: 0000-0001-5026-0060.

**Богданова Евгения Павловна**, врач функциональной диагностики<sup>1</sup>.  
ORCID: 0000-0001-8052-2375.

**Ельшина Оксана Дмитриевна**, ассистент кафедры неврологии, психиатрии и наркологии<sup>2</sup>, невролог, epileptologist, врач функциональной диагностики<sup>3</sup>. ORCID: 0000-0001-8280-6814.

**Троицкий Алексей Анатольевич**, невролог-эпилептолог, руководитель лаборатории видео-ЭЭГ-мониторинга<sup>6</sup>.  
ORCID: 0000-0003-2791-0680.

<sup>1</sup> ГБУЗ «НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗМ г. Москвы», Москва

<sup>2</sup> ФГБУ «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», Москва

<sup>3</sup> Клиника «Источник» (ООО «ПолиКлиника»), Челябинск

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», Нижний Новгород

<sup>5</sup> ООО «Тонус Лайф», Нижний Новгород

<sup>6</sup> Центр эпилептологии и неврологии им А.А. Казаряна, Москва

**Автор для переписки:** Синкин Михаил Владимирович.  
E-mail: mvsinkin@gmail.com

#### Author information

**Sinkin Mikhail V.** Senior Researcher, Head of the Group of Clinical Neurophysiology of the Department of Emergency Neurosurgery<sup>1</sup>, Head of laboratory of invasive neurointerfaces<sup>5</sup>.  
ORCID: 0000-0001-5026-0060.

**Bogdanova Evgeniya P.** Doctor of functional diagnostics<sup>1</sup>.  
ORCID: 0000-0001-8052-2375.

**Elshina Oksana D.** Assistant of the Department of Neurology, Psychiatry and Narcology<sup>2</sup>, neurologist, epileptologist, doctor of functional diagnostics<sup>3</sup>. ORCID: 0000-0001-8280-6814.

**Troitskiy Aleksey A.**, neurologist, epileptologist, head of EEG laboratory<sup>6</sup>.  
ORCID: 0000-0003-2791-0680.

<sup>1</sup> Research Institute of Emergency Medicine named after N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow

<sup>2</sup> A. I. Yevdokimov Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry

<sup>3</sup> Clinic 'Istochnik' ('Polyclinic' LLC), Chelyabinsk

<sup>4</sup> Privolzhsky Research Medical University, Department of Neurology, Psychiatry and Addiction Medicine, Nizhny Novgorod

<sup>5</sup> Tonus Life' LLC, Nizhny Novgorod

<sup>6</sup> Kazaryan clinic neurology and epileptology, Moscow

**Contact information:** Sinkin Mikhail V. E-mail: mvsinkin@gmail.com

**Для цитирования:** Синкин М.В., Богданова Е.П., Ельшина О.Д., Троицкий А.А. Правила регистрации рутинной электроэнцефалограммы. Медицинский алфавит. 2021;(39):34–38. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-34-38>

**For citation:** Sinkin M. V., Bogdanova E. P., Elshina O. D., Troitskiy A. A. Rules for a routine electroencephalogram recording. Medical alphabet. 2021;(39):34–38. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-34-38>



# ABI-SYSTEM 100

## АППАРАТ ДЛЯ ОБЪЁМНОЙ СФИГМОГРАФИИ



Скрининг индивидуальных маркеров, рисков и заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Включён в таблицу оснащения отделений функциональной диагностики (приказ № 997н).

## Тепловизионные признаки воспалительных заболеваний легких

И. М. Долгов<sup>1</sup>, М. Г. Воловик<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Дигнозис», г. Москва

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения России, г. Нижний Новгород

### РЕЗЮМЕ

**Цель исследования:** выявление тепловизионных признаков, характеризующих воспалительные заболевания органов дыхания и пригодных для тепловизионного выявления указанной патологии.

**Материалы, методы:** Накопление и обработка термограмм осуществлялись в облачном хранилище «TVision» компании «Дигнозис», Россия. Термограммы размечались в автоматическом режиме с формированием областей интереса (ОИ) на передней и задней поверхностях грудной клетки в условной проекции верхних (ВОЛ) и нижних (НОЛ) отделов легких и линий на передней поверхности грудной клетки. В зонах ВОЛ и НОЛ определяли среднюю температуру и вычисляли показатели: 1. Разница средних температур ВОЛ/НОЛ на передней и задней поверхности грудной клетки. 2. Разница средних температур ВОЛ/ВОЛ и НОЛ/НОЛ на задней поверхности грудной клетки. 3. Значение показателя достоверности аппроксимации для полиномиальной линии тренда ( $R^2$ ) вдоль линий разметки на передней поверхности грудной клетки.

В анализ включены 489 термограмм, в том числе здоровых субъектов — 337 (группа 1) и больных (группа 2) — 152. С учетом гендерных различий у женщин на передней поверхности грудной клетки исследовались только укороченные линии трендов.

**Результаты:** среднее значение  $R^2$  в группе здоровых было достоверно выше:  $0,58 \pm 0,16$  против  $0,30 \pm 0,20$ ,  $p < 0,05$ . Значения средних температур в проекции НОЛ были выше, чем в проекции ВОЛ (как на передней, так и на задней поверхности грудной клетки), только в группе пациентов с подтвержденной патологией органов дыхания, так же как и термоасимметрия (разница между аналогичными зонами слева и справа от средней линии) по проекциям ВОЛ и НОЛ на задней поверхности грудной клетки, превышающая  $0,4$  °С.

**Заключение:** определены независимые тепловизионные критерии, пригодные для выявления признаков воспалительных заболеваний органов дыхания.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тепловидение, воспалительные заболевания легких, методология.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов относительно материала, обсуждаемого в данной статье.

## Thermography signs of lung inflammation

I. M. Dolgov<sup>1</sup>, M. G. Volovik<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> LLO 'Dignosis', Moscow

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'Privolzhsky Research Medical University' of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod

### SUMMARY

**The purpose of the study** was to find out if infrared thermography of the thorax is the method to select the patients with lung inflammation

**Material, methods:** Thermograms were accumulated and processed in the «TVision» cloud storage («Dignosis», Russia). Special regions of interest (ROI) were automatically created: 1. on the front and back of the thorax roughly in the projection of the upper lobe (ULP) and the lower lobe (LLP) of the lung; 2.e lines on the front surface of the thorax. Two types of temperature gradients were calculated: between ULP and LLP (by subtraction mean temperature in LLP from mean temperature in ULP) ( $\Delta T1$ ); between both ULP and both LLP on the back of the thorax ( $\Delta T2$ ). Approximation confidence value for the polynomial trend line ( $R^2$ ) along the marked lines on the front surface of the thorax also calculated. Totally 489 thermograms, were analyzed, included 337 from healthy patients (group 1) and 152 from patients with confirmed diagnosis of lung inflammation (group 2)

**Results:**  $R^2$  value was higher in the group 1 compare to group 2 ( $0,58 \pm 0,16$  vs  $0,3 \pm 0,2$ ,  $p < 0,05$ ).  $\Delta T1$  value was negative only in patients from group 2, as well as  $\Delta T1$  value greater than  $0,4$  °С.

**Conclusion:** three independent thermographic criteria suitable for detecting lung inflammation were found, so infrared thermography is the valuable method for screening this pathology.

**KEY WORDS:** infrared thermography, lung inflammation, methodology.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare no conflict concerning the subject matter or materials discussed in the manuscript.

### Введение

Актуальность своевременной диагностики заболеваний органов дыхания, особенно в условиях существующей пандемии коронавирусной инфекции, обусловлена не только значительным распространением данной патологии, но и определенными трудностями, связанными с диагностикой. В отношении, например, внебольничной пневмонии (ВП) диагноз является определенным при наличии у пациента рентгенологически подтвержденной очаговой инфильтрации легочной ткани

и, по крайней мере, двух клинических симптомов и признаков из числа следующих: а) остро возникшая лихорадка в начале заболевания ( $T^{\circ} > 38,0$  °С); б) кашель с мокротой; в) физические признаки (фокус крепитации/мелкопузырчатые хрипы, бронхиальное дыхание, укорочение перкуторного звука); г) лейкоцитоз  $> 10 \times 10^9$ /л и/или палочкоядерный сдвиг ( $> 10\%$ ). [1] Таким образом, для установления диагноза требуется наличие рентгеновского оборудования и определенная компетенция специалиста-медика, способного выявить аускультатив-

ные признаки заболевания. При отсутствии возможности выполнения рентгенологического исследования и недостаточной квалификации специалиста высок риск несвоевременной диагностики со всеми вытекающими последствиями. В такой ситуации решением мог бы стать недорогой, легкодоступный, не зависящий от степени подготовки специалиста скрининговый метод, на основании которого можно было бы строить тактику обследования, например, обоснованно направлять пациентов на рентгенологическое обследование в удаленные

медицинские учреждения, имеющие соответствующее оборудование для лучевой диагностики и профильных специалистов.

### Материалы, методы

Исследование ретроспективное, основано на анализе обезличенных термограмм (согласно п. 9 ч. 1 ст. 6 ФЗ № 152-ФЗ «О персональных данных»), полученных в профильных медицинских учреждениях на зарегистрированной медицинской технике и внесенных в облачную базу данных, в связи с чем одобрение этического комитета не запрашивалось.

Тепловизионное (ТПВ) обследование проводили на тепловизоре «ТВС-300 мед» производства компании «СИЛАР» (г. Санкт-Петербург) с матрицей разрешением  $384 \times 288$  пикселей, температурной чувствительностью лучше  $0,04$  °C. Все исследования были выполнены в стандартных условиях в соответствии с Протоколом ТПВ обследований European Association of Thermology (EAT) [2].

Накопление и обработка термограмм осуществлялись с использованием базы данных и многофункциональных возможностей анализа термоизображений облачного программного комплекса «ТVision» компании «Дигносис», Россия ([www.dignosis.com](http://www.dignosis.com)). Термограммы размечались в автоматическом режиме с формированием областей интереса (ОИ): многоугольники на передней и задней поверхностях грудной клетки условно в проекции верхних (ВОЛ) и нижних (НОЛ) отделов легких и линии на передней поверхности грудной клетки (рис. 1, 2).

В каждой ОИ многоугольники определяли среднюю температуру и вычисляли показатели разности температур ( $\Delta T$ ) путем вычитания значения средней темпе-

ратуры области НОЛ из значения средней температуры области ВОЛ:

— разница температуры в условных проекциях ВОЛ и НОЛ по передней поверхности грудной клетки справа ( $\Delta T$  спереди справа);

— то же — слева ( $\Delta T$  спереди слева);

— разница температуры в условных проекциях ВОЛ и НОЛ на задней поверхности грудной клетки (ВОЛ-ВОЛ) ( $\Delta T$ ВОЛ-ВОЛ);

— разница температуры (термоасимметрия) между условными проекциями нижних отделов легких (НОЛ-НОЛ) на задней поверхности грудной клетки ( $\Delta T$ НОЛ-НОЛ).

В каждой ОИ «линии» (которые представляют собой совокупность пикселей с измеренной температурой, расположенных вдоль избранной линии разметки) определяли значение показателя достоверности аппроксимации для полиномиальной линии тренда ( $R^2$ ) (рис. 3).

Для статистического анализа использован пакет IBM SPSS Statistics 26.

Нормальность распределений оценивали с использованием критерия Шапиро — Уилкса; большинство изученных распределений не соответствовали критерию нормальности. Оценки центральных тенденций и вариаций представлены средними значениями со стандартными отклонениями  $M \pm SD$  и медианами с квартильным размахом  $Me$  (1 кв., 3 кв.). Для количественных сравнений независимых групп использовали критерий Манна — Уитни.

Определение связи количественных данных с бинарным исходом (значение  $R^2$  / наличие заболевания органов дыхания) проводили методом логистической регрессии.

Для оптимальной точки отсечения и для некоторых других точек рассчитывали показатели чувствительности ( $Se$  — Sensitivity), специфичности ( $Sp$  — Spe-

cificity), индекс Юдена как объединенную оценку чувствительности и специфичности, прогностическую ценность положительного результата ( $PPV$  — Positive Predictive Value), прогностическую ценность отрицательного результата теста ( $NPV$  — Negative Predictive Value), балансовую точность прогноза  $(Se+Sp)/2$  и балансовую точность диагноза  $(PPV+NPV)/2$ , число, необходимое для правильной диагностики.

Для проверки полученной модели использовали ROC-анализ. Качество модели оценивали по общепринятой экспертной шкале (табл. 1).

Точные значения вероятности  $p$  представлены в тексте и таблицах. Пороговым значением для клинического исследования считали  $p \leq 0,05$ .

В анализ включены 489 термограмм, полученных в период с 2016 по 2020 год (с учетом гендерных различий, у женщин на передней поверхности грудной клетки исследовались только укороченные линии трендов, не заходящие на проекции молочных желез).

### Сформированы две группы:

— группа 1 — здоровые (отсутствие признаков заболеваний органов дыхания на момент обследования);

— группа 2 — больные с верифицированной по клиническим данным и результатам рентгенологического обследования патологией органов дыхания, в том числе J12 — «вирусная пневмония, не классифицированная в других рубриках», J15 — «бактериальная пневмония, не классифицированная в других рубриках», J18 — «пневмония без уточнения возбудителя».

В группу 1 включены термограммы 337 человек (мужчин — 292), возраст

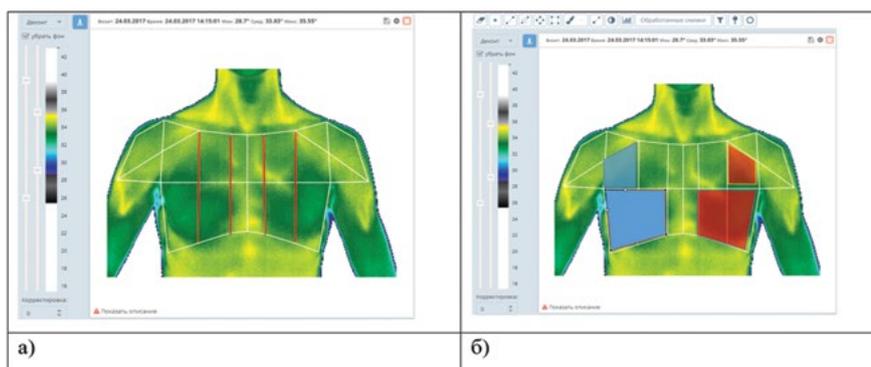


Рисунок 1. Области интереса на передней поверхности грудной клетки: а) расположение линий; б) расположение многоугольников: синий — условные проекции верхней (ВОЛ) и нижней (НОЛ) долей справа, красный — условные проекции верхней (ВОЛ) и нижней (НОЛ) долей слева

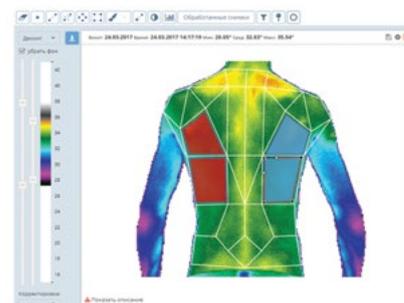


Рисунок 2. Области интереса на задней поверхности грудной клетки: расположение многоугольников: красный — условные проекции верхней (ВОЛ) и нижней (НОЛ) долей слева, синий — условные проекции верхней (ВОЛ) и нижней (НОЛ) долей справа

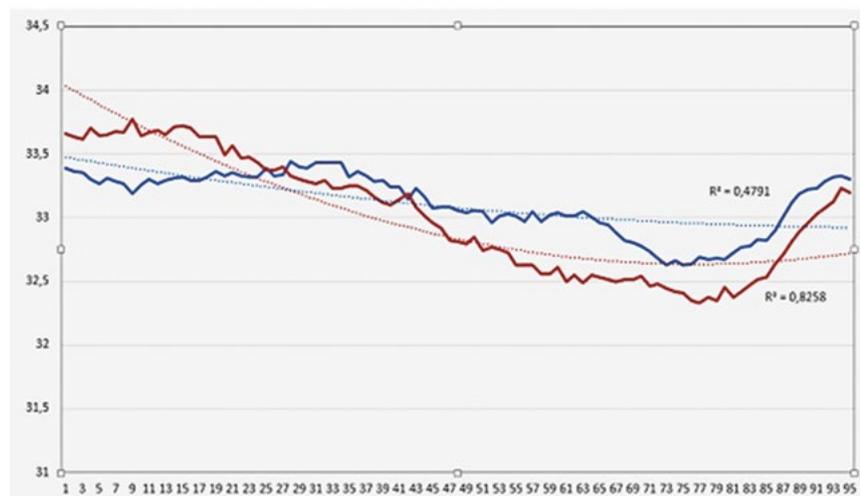


Рисунок 3. Определение значения показателя достоверности аппроксимации для полиномиальной линии тренда ( $R^2$ )

8–73 года ( $32,5 \pm 17,5$ ); в группу 2 — термограммы 152 пациентов (мужчин — 146), возраст 12–83 года ( $24,1 \pm 9,4$ ), длительность заболевания — 3–30 дней ( $8,8 \pm 6,7$ ).

### Результаты

#### Оценка показателя $R^2$

Среднее значение показателя  $R^2$  в группе 1 («здоровые») —  $0,58 \pm 0,16$  (0,30–0,92), медиана 0,58, в группе 2 («больные») —  $0,30 \pm 0,20$  (0,01–0,74), медиана 0,28. Проверенные значения  $R^2$  в обеих группах не имеют нормального распределения (тест Шапиро — Уилка,  $p < 0,05$ ), поэтому для количественных сравнений независимых групп использовали критерий Манна — Уитни: разница показателя  $R^2$  между группами достоверна ( $p < 0,05$ ). Оценки центральных тенденций и вариаций представлены на рис. 4.

Методом логистической регрессии была исследована связь между значением  $R^2$  и наличием/отсутствием патологии.

Получена следующая таблица классификации (табл. 2):

Значение свободного члена Const  $\beta = -2,706$ , углового коэффициента  $\beta = 8,069$ .

Определены следующие показатели:

- чувствительность — 0,75 (0,67–0,83)\*;
- специфичность — 0,84(0,79–0,87)\*;
- предсказательная ценность положительного результата (PPV) — 0,59 (0,53–0,65)\*;
- предсказательная ценность отрицательного результата (NPV) — 0,91 (0,88–0,93)\*;
- диагностическое отношение шансов (DOR) — 15,4;

- балансовая точность прогноза  $(Se+Sp)/2$  — 0,79;
- балансовая точность диагноза  $(PPV+NPV)/2$  — 0,75;
- индекс Юдена — 0,59;
- число, необходимое для диагностики (NND) — 1,69.

\* — 95% доверительный интервал.

Отношение несогласия — 15,4 (значительно больше 1) показывает, что построенная классификация лучше, чем если бы классификация проводилась наугад.

Рассчитать вероятность наличия заболевания органов дыхания по полученному при исследовании значению  $R^2$  можно при помощи следующего уравнения:

Вероятность заболевания органов дыхания =  $1/1+e^{-(2,706+8,069R^2)}$  (табл. 3).

Для проверки полученной модели использовали ROC-анализ (рис. 5).

В соответствии со шкалой экспертной оценки качество модели (площадь под кривой = 0,84) оценивается как «очень хорошее».

Значение  $R^2=0,36$  является оптимальным порогом отсека с максимальными

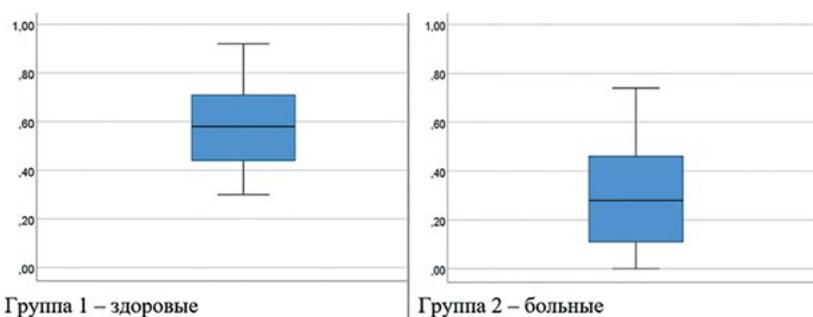


Рисунок 4. Оценка центральных тенденций

Таблица 1  
Качество модели в зависимости от площади под ROC-кривой

Площадь под ROC-кривой	Качество модели
0,9–1,0	Отличное
0,8–0,9	Очень хорошее
0,7–0,8	Хорошее
0,6–0,7	Среднее
0,5–0,6	Неудовлетворительное

Таблица 2  
Классификация логистической регрессии

	Группа 1	Группа 2	Процент правильных
Группа 1	91	61	59,9
Группа 2	29	308	91,4
Общая процентная доля			81,6

значениями чувствительности (Se) 88,3% и специфичности (Sp) 64,3%. Объединенная оценка чувствительности и специфичности (индекс Юдена) составила 0,59, что больше 0,5 и также подтверждает корректность модели.

### Оценка значения разницы температуры ( $\Delta T$ ) в зонах ВОЛ и НОЛ

При анализе показателей  $\Delta T$  в четырех регионах (право/лево спереди, право/лево сзади) выявлено, что значение  $\Delta T$  в группе 1 («здоровые») всегда положительно (прямой градиент), в то время как в группе 2 («больные») этот показатель может принимать отрицательные значения (обратный градиент).

При анализе термоасимметрии (показатели:  $\Delta T_{\text{вол-вол}}$ ;  $\Delta T_{\text{нол-нол}}$ ) выявлено, что значение  $\Delta T$  выше  $0,4^\circ\text{C}$  встречается только в группе 2 («больные»).

### Обсуждение

ВП относятся к числу наиболее распространенных острых инфекционных заболеваний. Согласно данным официальной

Таблица 3  
Вероятность наличия патологии органов дыхания в зависимости от значения  $R^2$

Значение $R^2$	Вероятность наличия патологии органов дыхания	Значение $R^2$	Вероятность наличия патологии органов дыхания
0,1	0,877581	0,55	0,162897
0,15	0,82764	0,6	0,115316
0,2	0,762831	0,65	0,0803
0,3	0,590687	0,7	0,055252
0,35	0,491521	0,75	0,037697
0,4	0,393017	0,8	0,025569
0,45	0,30251	0,85	0,017273
0,5	0,225115	0,9	0,011636

статистики, заболеваемость ВП в РФ в 2018 г. составила 492,3 на 100 тыс. населения с ростом этого показателя по сравнению с 2017 г. на 19,4% [3], при этом количество случаев внебольничной пневмонии в 2020 году в России составило 2 млн 724 тыс., это более чем в четыре раза больше, чем в предыдущие годы [4].

Среди возможных причин — ошибки в выявлении и трактовке симптомов при диагностике пневмонии на всех этапах оказания медицинской помощи, в том числе отсутствие или несвоевременное проведение рентгенологического исследования [5].

Как результат — несвоевременная диагностика: лишь у одной трети пациентов с пневмонией правильный диагноз устанавливается при обращении к врачу в амбулаторных условиях, из них в первые три дня болезни — только у 35% [6].

Исходя из вышесказанного, логично предположить, что будь в распоряжении специалиста, в том числе первичного звена (врача или фельдшера), удобное, простое в применении, не требующее специальных условий использования и дающее быстрый ответ средство, способное в автоматическом режиме выявлять признаки воспалительных заболеваний органов дыхания, действующее как система помощи при-

нятия решения, диагностический поиск стал бы более эффективным.

Такие средства, например, в отношении острых синуситов предоставляет современное медицинское тепловидение (код услуги А16.25.038 «Тепловизорная диагностика заболеваний носа и околоносовых пазух» в Номенклатуре медицинских услуг).

Медицинское тепловидение — высокотехнологичный бесконтактный метод пассивной локации теплового излучения тела человека — успешно применяется с 60-х годов XX века и в настоящее время используется для диагностики более 150 нозологий [7].

Современные тепловизоры за счет своих технических возможностей надежно фиксируют даже небольшие перепады температуры поверхности, позволяя получать функциональную информацию о пациенте в реальном режиме времени. Термограмма (изображение, полученное при ТПВ-исследовании) представляет собой детальное отображение терморельефа кожных покровов с регистрацией цифровых температурных показателей в ОИ, одномоментно измеренных в десятках или сотнях тысяч точек (их количество зависит от размеров матрицы: от 320×240 до 640×480, а в некоторых самых современных моделях тепловизоров 1280×960 пикселей). Результаты измерений с помощью специальной программы преобразуются в цветное или тональное изображение, привычное глазу.

Между тем вопросы практического применения медицинских тепловизоров для скрининг-диагностики воспалительных заболеваний органов грудной клетки практически не исследованы. Поиск по базе Pubmed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) с запросом 'thermography+pneumonia' и 'digital infrared thermal imaging+pneumonia' выдал 23 публикации, из которых 21 выполнена ранее 1991 года. Два более современных исследования определяют методические подходы к поиску патологии [8, 9].

Исходя из существующих реалий, при планировании исследования была поставлена задача: на основании анализа термограмм здоровых субъектов и пациентов с воспалительными заболеваниями органов дыхания выбрать температурные критерии, характеризующие состояние «нормы» и «патологии».

Поскольку как в норме, так и при заболевании на термограммах фиксировались области гипо- и гипертермии, для анализа использовали не абсолютные значения температур, а термоградиенты, то есть разницу температуры между двумя заданными областями. Эти термоградиенты положены в основу критериев скрининга патологии.

Медицинское тепловидение позволяет сформировать три независимых критерия: значение  $R^2$  (критерий А), обратный температурный градиент на поверхности грудной клетки (критерий Б) и термоасимметрия больше 0,4 °С на задней поверхности грудной клетки (критерий В), каждый из которых имеет самостоятельную скрининговую значимость. Реализация этих критериев представлена ниже.

#### Клинические примеры

*Случай 1.* Мужчина, 19 лет. На момент обследования признаки воспалительных заболеваний органов дыхания отсутствуют, ТПВ-критерии (табл. 4) воспалительных заболеваний органов дыхания отсутствуют (рис. 6).

*Случай 2.* Мужчина, 20 лет. Диагноз: внебольничная очаговая пневмония с локализацией в S5 верхней доли левого легкого. Длительность заболевания 5 дней, ТПВ-критерии (табл. 5) «А» — значение  $R^2 < 0,35$  (рис. 7).

*Случай 3.* Мужчина, 18 лет. Диагноз: внебольничная пневмония в S4 правого легкого нетяжелого течения. Длительность заболевания 7 дней. ТПВ-критерии (табл. 6) «А» — значение  $R^2 < 0,35$ , «Б» — обратный термоградиент, «В» — термоасимметрия (рис. 8).

Анализ накопленного нами опыта, основанного на результатах обследования 489 человек, показал, что значения показателя  $R^2$  существенно различаются между группами исследования: среднее значение показателя  $R^2$  в группе 1 («здоровые») — 0,58±0,16 (0,30–0,92), медиана 0,58, в группе 2 («больные») — 0,30±0,20 (0,01–0,74), медиана 0,28.

Этот результат позволил выдвинуть гипотезу о наличии бинарной связи между величиной  $R^2$  и наличием/отсутствием

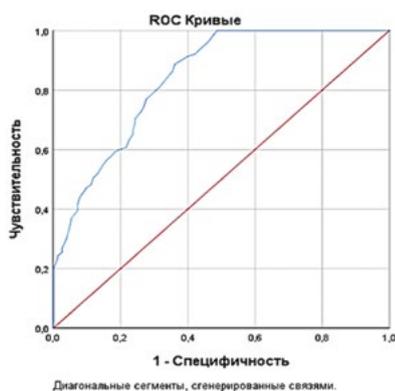


Рисунок 5. ROC-анализ: площадь под кривой — 0,840, стандартная ошибка<sup>а</sup> — 0,020, асимптотическая значимость<sup>б</sup> — 0,000. Асимптотический 95% доверительный интервал: нижняя граница — 0,800, верхняя граница — 0,879

патологии органов дыхания. Построенная методом однофакторной логистической регрессии модель подтвердила эту гипотезу. Проверочная ROC-кривая подтвердила качество модели как «очень хорошая» на высоком уровне значимости  $p < 0,001$ : площадь под кривой 0,84 (доверительный интервал 95% 0,8–0,87).

Уровень  $R^2=0,36$  явился оптимальным порогом отсеечения с максимальными значениями чувствительности (Se) 89% и специфичности (Sp) 64%.

При высоких значениях и чувствительности, и специфичности тест на значение  $R^2$  проявил более ценные свойства диагностика, чем классификатора: лучше предсказывал заболевание (балансовая точность прогноза 0,79) и несколько хуже исключал наличие патологии (балансовая точность диагноза 0,75).

Интересной находкой при анализе показателей  $\Delta T$  в четырех регионах (право/лево спереди, право/лево сзади) стал выявленный факт, что обратный градиент и термоасимметрия встречаются только у пациентов с поражением органов дыхания.

При рассмотрении всех трех критериев следует отметить, что, хотя все они есть следствие воспалительного процесса в органах дыхания, проявляются они независимо

друг от друга, что, вероятно, отражает локализацию и распространенность поражения легких. При этом, если каждый критерий изолированно обнаружен у 65–75% обследованных, их сочетание позволило заподозрить наличие заболевания у 138 из 152 обследованных, что дает эффективность скрининга 90,7%.

В связи с разнородностью группы больных в части демографических показателей, локализации процесса, сроков заболевания, этиологического агента сделать какие-либо выводы о связи ТПВ-критериев с морфологической картиной поражения легких и тяжестью течения болезни в настоящее время не представляется возможным.

#### Ограничение результатов исследования

Известны обстоятельства, которые накладывают ограничения на возможность правильной трактовки результатов ТПВ-исследования, например, антропометрические характеристики (избыточный вес, брахиморфная конституция, крупные молочные железы) и выраженный волосяной покров в ОИ.

Очевидно, что изменения терморисунка условной нормы на поверхности грудной клетки встречаются не только

при воспалительных заболеваниях органов дыхания. К этому может привести хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), бронхиальная астма, патология опорно-двигательного аппарата, мышечно-тонические синдромы, системные заболевания и иная патология. Все эти причины следует учитывать при трактовке результатов.

В любом случае необходимы дальнейшие исследования и накопление информации.

#### Выводы

Полученные в результате настоящего исследования данные свидетельствуют о существовании ТПВ-критериев воспалительных заболеваний органов дыхания, которые можно использовать для ТПВ-скрининга диагностики указанной патологии с учетом имеющейся клинической картины.

Технология может быть особенно полезна, если ограничены возможности выполнения рентгенологического исследования (например, фельдшерско-акушерские пункты в сельской местности, удаленные воинские гарнизоны) на приеме врача общей практики или когда требуется обследование больших контингентов пациентов (производство, учебные заведения, учреж-

**Таблица 4**  
Определение ТПВ-критериев воспалительных заболеваний органов дыхания для случая 1

№ карты ПДБП12. Муж/19 лет	
Минимальное значение $R^2$	0,68 (вероятность наличия заболевания 0,06)
$\Delta T$ перед право	0,64
$\Delta T$ перед лево	0,71
$\Delta T$ сзади право	0,5
$\Delta T$ сзади лево	0,4
$\Delta T_{\text{вол-вол}}$	0,3
$\Delta T_{\text{хол-хол}}$	0,2

**Таблица 5**  
Определение ТПВ-критериев воспалительных заболеваний органов дыхания для случая 2

№ карты Г2662. Муж/20 лет	
Минимальное значение $R^2$	0,18 (вероятность наличия заболевания 0,79)
$\Delta T$ перед право	0
$\Delta T$ перед лево	0
$\Delta T$ сзади право	0,1
$\Delta T$ сзади лево	0,2
$\Delta T_{\text{вол-вол}}$	0
$\Delta T_{\text{хол-хол}}$	0,1

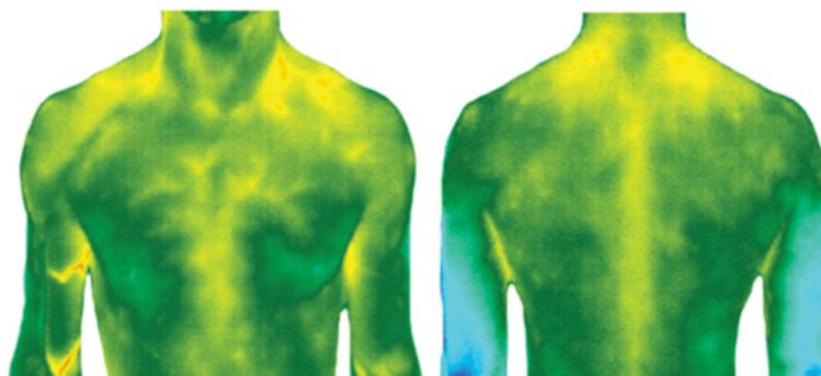


Рисунок 6. Мужчина, 19 лет. На момент обследования ТПВ-признаков воспалительных заболеваний органов дыхания не выявлено

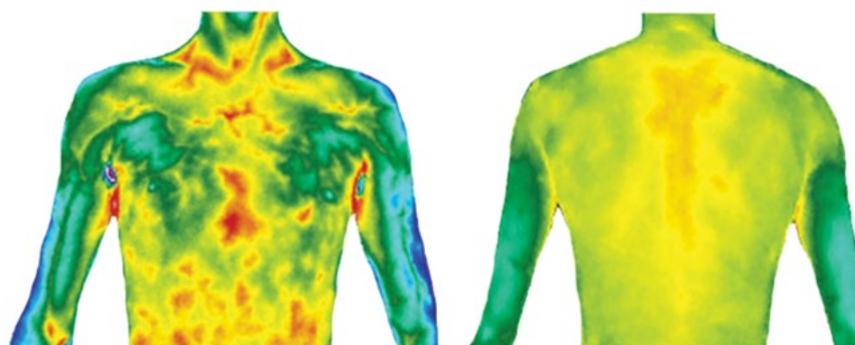


Рисунок 7. Мужчина, 20 лет. ТПВ-критерии воспалительных заболеваний органов дыхания (критерий «А»)

**Таблица 6**  
**Определение ТПВ-критериев**  
**воспалительных заболеваний органов**  
**дыхания для случая 3**

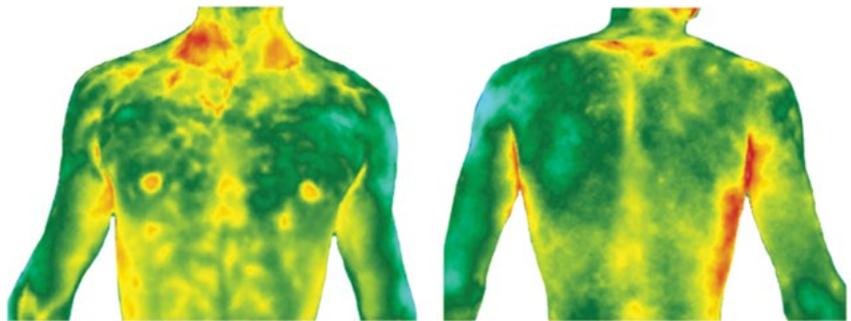
№ карты Г1815. Муж/18 лет	
Минимальное значение R <sup>2</sup>	0,28 (вероятность наличия заболевания 0,63)
ΔТ перед право	0,38
ΔТ перед лево	-0,53
ΔТ сзади право	-0,74
ΔТ сзади лево	-0,32
ΔТ <sub>вол-вол</sub>	0,93
ΔТ <sub>нол-нол</sub>	0,51

дения ФСИН, воинский контингент и члены их семей, коллективы призывников).

При этом следует иметь в виду, что ТПВ-исследование в принципе не является альтернативой традиционному рентгенологическому методу либо какому-либо иному инструментальному методу диагностики, оно является дополнением к ним, поскольку оперирует не морфологическими, а функциональными критериями, отражая активность метаболических процессов или интенсивность кровотока в области исследования.

#### Список литература / References

1. Чучалин А. Г., Синопальников А. И., Козлов Р. С. и соавт. Внебольничная пневмония у взрослых. Практические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике (пособие для врачей) // Клини. микробиол. антимикроб. химиотер. 2010;12:186–225. Chuchalin A. G., Sinopalnikov A. I., Kozlov R. S., Tyurin I. E., Rachina S. A. Community-Acquired Pneumonia in Adults: Guidelines on the Diagnosis, Treatment and Prevention. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2010;12:186–125.
2. Ammer K., Ring E. F. J. Standard procedures in Medical Infrared Imaging. In book: *Medical Infrared Imaging. Principles and Practice*, Chapter: 32, Publisher: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2012. Editors: Mary Diakides, Joseph D Bronzino, Donald R. Peterson, pp. 32.1–32.14.
3. Инфекционная заболеваемость в Российской Федерации за январь–декабрь 2018 г. Статистические материалы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. М., 2019. URL: [https://www.rosпотребнадзор.ru/activities/statistical-materials/statictic\\_details.php?ELEMENT\\_ID=11277](https://www.rosпотребнадзор.ru/activities/statistical-materials/statictic_details.php?ELEMENT_ID=11277)



**Рентгенография:**  
**правосторонняя пневмония**  
**в S4 средней доли**

Рисунок 8. ТПВ-критерии воспалительных заболеваний органов дыхания (критерий «А», «Б», «В»).  
Внизу: рентгенограмма пациента

4. Количество случаев внебольничной пневмонии в России в 2020 году выросло в четыре раза. Москва, 5 марта 2020 г. /TACC/. URL: <https://tass.ru/obschestvo/10845895>
5. Дворецкий Л. И. Качество и своевременность диагностики внебольничной пневмонии врачами первичного звена // Справочник поликлинического врача. 2019. № 4. С. 7–9. URL: [https://omnidoc.ru/library/jizdaniya-dlya-vrachey/spravochnik-poliklinicheskogo-vracha/spv2019/spv2019\\_4/kachestvo-i-svoevremennost-dagnostiki-vnebolnichnoy-pnevmonii-vrachami-pervichnogo-zvena/](https://omnidoc.ru/library/jizdaniya-dlya-vrachey/spravochnik-poliklinicheskogo-vracha/spv2019/spv2019_4/kachestvo-i-svoevremennost-dagnostiki-vnebolnichnoy-pnevmonii-vrachami-pervichnogo-zvena/) (дата обращения: 02.10.2021).
6. Морозов Н. Т., Кириллова Е. Ю. Проблемы диагностики внегоспитальной пневмонии // Перспективы развития современной медицины: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, Воронеж, 8 декабря 2014 г. Воронеж: Инновационный центр развития образования и науки, 2014. С. 40–42. Morozov N. T., Kirillova E. Y. Pitfalls in community acquired pneumonia diagnostics // *Development of modern medicine: Digest of scientific works of international scientific and practical conference*, Voronezh, December 8th, 2014, p. 40–42. Voronezh: innovation center for science and education development, 2014, p. 40–42.
7. Воловик М. Г., Долгов И. М. Современные возможности и перспективы развития медицинского тепловидения // Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика. 2018;25(3):45–51. Volovik M. G., Dolgov I. M. Current status and perspectives for the development of medical thermal imaging. *Medical alphabet*. 2018;3(25):45–51. (In Russ.)
8. Menzel A., Beyerbach M., Siewert C. et al. Actinobacillus pleuropneumoniae challenge in swine: diagnostic of lung alterations by infrared thermography // *BMC Vet Res*. 2014 Sep 16;10:199. doi: 10.1186/s12917-014-0199-2
9. Wang L. T., Cleveland R. H., Binder W. et al. Similarity of chest X-ray and thermal imaging of focal pneumonia: a randomised proof of concept study at a large urban teaching hospital // *BMJ Open*. 2018 Jan 5;8(1): e017964. doi: 10.1136/bmjopen-2017-017964

Статья поступила / Received 10.11.21  
Поступила после рецензирования / Revised 17.11.21  
Принята в печать / Accepted 20.11.21

#### Информация об авторах

**Долгов Игорь Маратович**, д.м.н, заместитель генерального директора<sup>1</sup>.  
ORCID: 0000-0002-5511-5679

**Воловик Михаил Григорьевич**, д.б.н. руководитель экспертной группы<sup>1</sup>, ведущий научный сотрудник<sup>2</sup>. ORCID: 0000-0002-5459-2545.

<sup>1</sup> ООО «Дигнозис», г. Москва  
<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения России, г. Нижний Новгород

**Автор для переписки:** Долгов И. М. E-mail: [tsadmg@dignosys.com](mailto:tsadmg@dignosys.com)

#### About authors

**Dolgov Igor M.**, MD, PhD, deputy director<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-5511-5679.  
**Volovik Mikhail G.** PhD head, expert department<sup>1</sup>, senior scientific fellow<sup>2</sup>.  
ORCID: 0000-0002-5459-2545.

<sup>1</sup> LLC 'Dignosys'  
<sup>2</sup> Privolzhsky Researsh Medical University, 10/1, Minin and Pozharsky Sq., Nizhny Novgorod, Russia, 603950,

**Contact information:** Dolgov I. M. E-mail: [tsadmg@gmail.com](mailto:tsadmg@gmail.com)

**Для цитирования:** Долгов И. М., Воловик М. Г. Тепловизионные признаки воспалительных заболеваний легких. *Медицинский алфавит*. 2021;(39):39–44. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-39-44>.

**For citation:** Dolgov I. M., Volovik M. G. Thermography signs of lung inflammation. *Medical alphabet*. 2021;(39):39–44. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-39-44>



# Спектр мощности электроэнцефалограммы: ошибки и практика применения (лекция первая)

Л. Б. Иванов

Детская городская клиническая больница № 9 имени Г. Н. Сперанского, Москва

## РЕЗЮМЕ

В лекции подробно проанализировано состояние практического использования спектрального анализа ЭЭГ. Акцентируется внимание на причинах замедленного внедрения спектрального анализа в повседневную практику и определены пути преодоления этого недостатка. Обоснована причина необходимости освоения этой полезной методикой анализа. Изложен подробно алгоритм выполнения спектрального анализа ЭЭГ на практике как на этапе обработки, так и на этапе интерпретации данных. В лекции разобраны особенности вариантов пространственной организации альфа-ритма и их связь с особенностями психической деятельности человека. Одной из причин, затрудняющих использование спектрального анализа ЭЭГ на практике, является отставание программного обеспечения электроэнцефалографических компьютерных систем ведущих производителей от современных требований времени.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ЭЭГ, спектр мощности ЭЭГ, алгоритм анализа, ошибки анализа, варианты альфа-ритма.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Автор заявляет об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

## Power spectrum of electroencephalogram: Mistakes and Practical Application

L. B. Ivanov

Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G. N. Speransky (Moscow)

## SUMMARY

In this lecture, the state of the practical use of spectral analysis of EEG is analyzed in detail. The author focuses on the reasons for the slow introduction of spectral analysis into everyday practice and identifies ways to overcome this deficiency. The reason for the need to master this useful analysis technique has been substantiated. The algorithm for performing spectral analysis of EEG in practice, both at the stage of processing and at the stage of data interpretation, is presented in detail. In the lecture, the author outlined the features of the options for the spatial organization of the alpha rhythm and their relationship with the characteristics of the human psyche. One of the reasons that hinders the use of EEG spectral analysis in practice is the lag of the software of electroencephalographic computer systems of leading manufacturers from modern requirements of the time.

**KEY WORDS:** EEG, EEG power Spectrum, algorithm of analysis, mistakes of analysis, alpha-rhythm variants.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

**В** ДЕВЯНОСТЫХ годах в клиническую и физиологическую электроэнцефалографию началось интенсивное внедрение компьютерной техники. Появилось словосочетание «компьютерная электроэнцефалография». Первоначально нейрофизиологическое сообщество отнеслось к этому методу настолько скептически, что даже решением Американской электроэнцефалографической ассоциации в 1986 году было особо оговорено, что допустимо применение компьютерной техники для регистрации электроэнцефалограммы, но только синхронно с бумажной записью.

Парадокс, но эту рекомендацию никто не отменил до сих пор. Правда, мало кто о ней сейчас помнит, поскольку современные компьютерные технологии практически полностью вытеснили бумажный вариант регистрации. Компьютер открыл неограниченные возможности для обработки биологического сигнала, но клинические нейрофизиологи отнеслись к этому достаточно сдержанно и даже скептически, и до сих пор большинство практиков-электроэнцефалографистов продолжают в основном трактовать преимущественно нативную ЭЭГ.

Тем не менее из всех возможных методов математической обработки лишь спектральный анализ мощности (плотности) частотных составляющих ЭЭГ более или менее привлек

внимание практиков. И это понятно, так как электроэнцефалографист был готов к нему, поскольку, листая «тома» бумажной записи, он мысленно выполнял этот анализ, определяя, где по конвексии головы, в какой степени выраженности распределены частотные компоненты электроэнцефалограммы.

Это был мысленный качественный спектральный анализ, но в компьютерной ЭЭГ стало возможным осуществлять качественно-количественный анализ. Казалось, мы получили надежный объективный инструмент оценки биоэлектрической активности головного мозга.

Ожидалось, что с появлением возможности построения спектральных графиков частотных составляющих биоэлектрической активности наступит качественный прорыв в диагностических возможностях трактовки ЭЭГ. Даже временно возникло как бы новое направление в виде отображения пространственного распределения мощностей по поверхности головы с красивым названием «картирование ЭЭГ» или еще более престижно «брейнмэпинг» (Brainmapping). Но практиков не обманешь. Если «красивые картинки» никак не вносят свой вклад в трактовку электроэнцефалограммы, то делать этого никто не будет. Так и случилось. Брейнмэпинг, как самостоятельный метод нейрофизиологической диагностики, долго не протянул. Не прижился в широкой практической

среде и сам метод спектрального анализа. Большинство наших коллег убеждены, что он вообще не нужен.

Тем не менее опыт последних 30–40 лет доказывает, что это глубочайшее заблуждение.

Моя задача разубедить консерваторов. Для этого постараемся выяснить причины, которые способствовали скептическому отношению к этому методу анализа. Выделим три основные причины.

**Первая причина.** Отсутствие видимых потребностей у определенных групп клиницистов в углубленном изучении электроэнцефалограммы. К ним относятся epileptологи и психиатры. Первым действительно ничего не нужно, кроме специфических эпилептиформных графических элементов в записи ЭЭГ. Это подавляющая масса потребителей электроэнцефалографической информации, и поэтому во многом они определяли погоду. С этим приходится считаться. У вторых негативное отношение к возможностям ЭЭГ сложилось исторически. Еще Ганс Бергер, основоположник ЭЭГ, будучи сам психиатром, сделал заключение об отсутствии феноменов на ЭЭГ, коррелирующих с психическими расстройствами. Не будем судить Бергера строго. Он ошибался, но его авторитет столь высок, что по истечении ста лет с его мнением приходится считаться.

**Вторая причина.** Это отсутствие разработанных алгоритмов по трактовке графиков спектрального анализа ЭЭГ. Графики могут быть красивыми, некрасивыми. А что в них смотреть? Что в них сравнивать? Как их трактовать? А главное — зачем?

Первоначальные алгоритмы призывали смотреть суммарную мощность по диапазонам, но быстро разочаровали практиков. Каждый из них определил: «Я и по нативной ЭЭГ вижу то же самое: где и какие частоты распределяются по конвексии. Только лишняя трата времени...». И действительно это так, суммарная мощность по диапазонам «прячет» очень важные детали особенностей «поведения» отдельных частотных компонентов внутри диапазона. Большинство производителей электроэнцефалографических программ особенно и не заморачивались созданием возможностей выявления этих частотных нюансов. В лучшем случае ограничивались делением диапазона на поддиапазоны.

Анализировать доминирующие ритмы в альфа-диапазоне с точностью до 1, 0,5 и особенно до 0,1 Гц никому в голову не приходило, поскольку неочевидна была идея: «Зачем это нужно?». Даже в тех программных продуктах, где эта возможность была реализована, спектр мощности использовался с очень примитивной целью только оперативно определить по спектру мощности доминирующую частоту альфа-ритма в затылочных отведениях, чтобы не считать вручную по нативной кривой. И именно только в затылочных отведениях: «А где ж еще ему быть?» — согласно доктрине международного словаря электроэнцефалографических терминов...

Доктрину эту следует признать ошибочной, поскольку источники ритмов и соответственно проекционных зон на поверхности мозга, которые укладываются в альфа-диапазон, может быть существенно больше, чем один.

Такое представление об альфа-ритмах разной локализации является определенным прорывом в решении поиска коррелятов между ЭЭГ и психическими функциями. При измерении альфа-ритмов важна не сама точность их измене-

ния, а выраженность частотного сдвига их между регионами мозга. Эту информацию из нативной ЭЭГ не получишь. Перспектива использования для этих целей вариантов спектрального анализа очевидна, поскольку позволяет сформулировать особенности системно-функциональной организации корковой ритмики в норме и патологии.

**Третья причина.** Изначально перед электроэнцефалографией ставилась задача выявления очаговых изменений ритмики с идеей диагностировать локализацию опухолей, гематом и др. Поэтому перед производителями первых программ по электроэнцефалографии ставилась задача топографического отображения волн разного диапазона на гистограммах или картах. Для каждого частотного диапазона (дельта, тета, альфа, бета) рассчитывалась мощность диапазона, которая может быть отображена или в виде гистограмм или топографических карт, или в виде топографического расположения самих спектральных графиков (рис. 1). Этого было достаточно 30 лет назад.

С развитием методов нейровизуализации (КТ, МРТ) задача топографической диагностики в ЭЭГ сузилась до рамок epileptологии, а локализацию опухолей и гематом сегодня с помощью ЭЭГ никто не решает. Перед ЭЭГ выстроились другие задачи, которые ранее находились в тени: диагностика нарушений функционального состояния головного мозга при психических расстройствах. Для этого есть все возможности, но прежние варианты отображения спектральных графиков в программных продуктах безнадежно устарели. Большинство производителей компьютерных программ по ЭЭГ идут не в ногу со временем.

### Практика применения спектрального анализа ЭЭГ

*Работа со спектральным анализом ЭЭГ включает в себя несколько последовательных этапов:*

1. Выбор эпох анализа.
2. Выбор режима построения графиков спектра мощности.
3. Визуальная оценка конфигурации графика спектра мощности в альфа-диапазоне с определением его варианта в рамках отдельного отведения (моно-, двух- или полимодальный вариант).
4. Визуально-количественная оценка пространственного распределения модальных значений основного ритма, где должны интересоваться наличие и степень лобно-затылочного частотного смещения и выраженность пространственно-частотного рассеивания альфа-ритма (последнее возможно выполнить только дисперсионным методом по Росману).
5. Описание выявленных особенностей пространственно-частотной особенной биоэлектрической активности головного мозга по данным спектрального анализа и их интерпретация с установлением факта гомо- или гетерогенности формирования альфа-ритма как показателя особенностей системно-функциональной организации корковой ритмики.

### Выбор эпох анализа

Прежде чем выполнить спектральный анализ мощности ЭЭГ, запись следует подготовить. Это подразумевает разбиение записи на эпохи, подлежащие анализу.

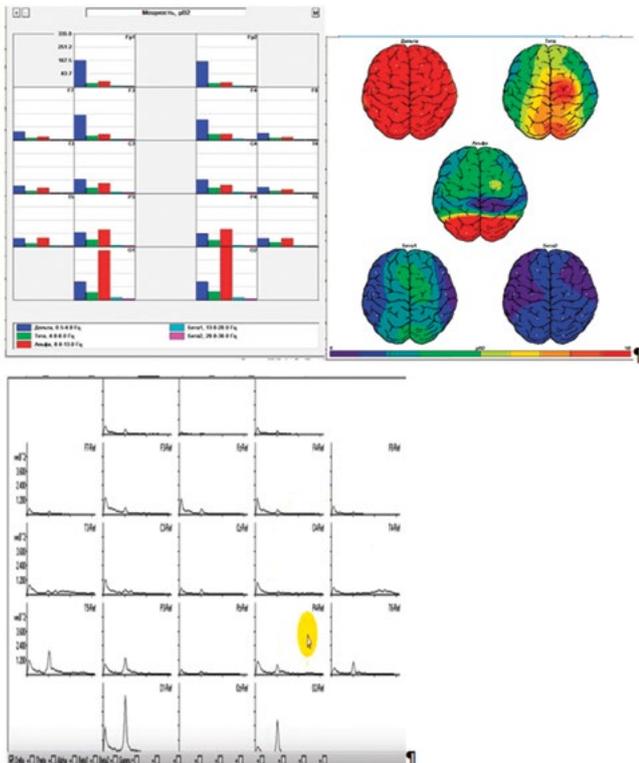


Рисунок 1. Вариант отображения графиков спектра мощности по топографическому типу в разных программных продуктах

Самый плохой вариант, который предлагают нам многие специальные программные продукты, — это анализ фрагмента ЭЭГ только на видимой части монитора. Он слишком короткий и в силу квазистационарности самой ЭЭГ дает недостоверные результаты, высокую вариабельность графиков спектра от эпохи к эпохе...

Не лучше и автоматическое разбиение всей ЭЭГ на эпохи равной длины. При таком варианте невозможно обойти явно артефактные участки и исключить из анализа участки с функциональными пробами (открыть — закрыть глаза, ритмическая фотостимуляция, гипервентиляция). Такая обработка записи, как и средняя температура по больнице, не несет никакой полезной информации.

Процесс подготовки и выбора безартефактных участков ЭЭГ особенно важен для детской практики, для больных с тикозными гиперкинезами или с психомоторным возбуждением, для исследований в условиях реанимации, когда действительно полезной, «чистой» ЭЭГ бывает нередко не более 20% от всей записи.

*Выбор эпохи анализа должен отвечать следующим требованиям:*

- 1) соответствовать относительно стационарному процессу ЭЭГ;
- 2) содержать несколько периодов медленных волн;
- 3) не содержать артефактов.

Идеальными вариантами следует считать фрагменты ЭЭГ произвольной длины с последующей суммацией их до необходимой общей длительности от 30 секунд до полутора минут, естественно, исключив участки функциональных проб.

Набрать необходимое количество эпох достаточной суммарной длительности не представляет сложности, если мы имеем дело с пациентом с устойчивым функциональным

состоянием головного мозга и соответственно с устойчивой электроэнцефалографической картиной.

Особняком стоит вопрос о спектральном анализе на ЭЭГ со сменой видов активности, которая указывает на дрейф функционального состояния головного мозга. Как уже говорилось, спонтанная электроэнцефалограмма — квазистационарный (приблизительно стационарный) процесс в условиях устойчивого функционального состояния головного мозга.

А как быть со спектральным анализом, если уже визуальный просмотр ЭЭГ свидетельствует о наличии смены видов активности? Включение фрагментов ЭЭГ со сформированным альфа-ритмом и с участками его спонтанной редукции в единый временной анализируемый фрагмент приведет к потере информации и неверной трактовке. В таком общем варианте спектральный анализ лучше вообще не делать. Сам факт изменчивости ЭЭГ при визуальном анализе уже свидетельствует о неустойчивом балансе восходящих активирующих и тормозящих влияний. А если уж делать спектральный анализ, то отдельно для каждого функционального состояния (рис. 2) или выполнить его в режиме непрерывного процесса построения графиков спектра мощности по методике Берг — Фурье (рис. 3). Если для диагностики эпилепсии факт изменчивости биоэлектрической активности головного мозга не имеет никакого значения, то для психофизиологической трактовки ЭЭГ он является крайне значимым.

### Выбор режима построения графиков спектра мощности

Выбор режима построения графиков неспроста вопрос. Казалось бы, какое дело нам, врачам, как вычисляют и строят графики математики-программисты? Но оказывается, что есть

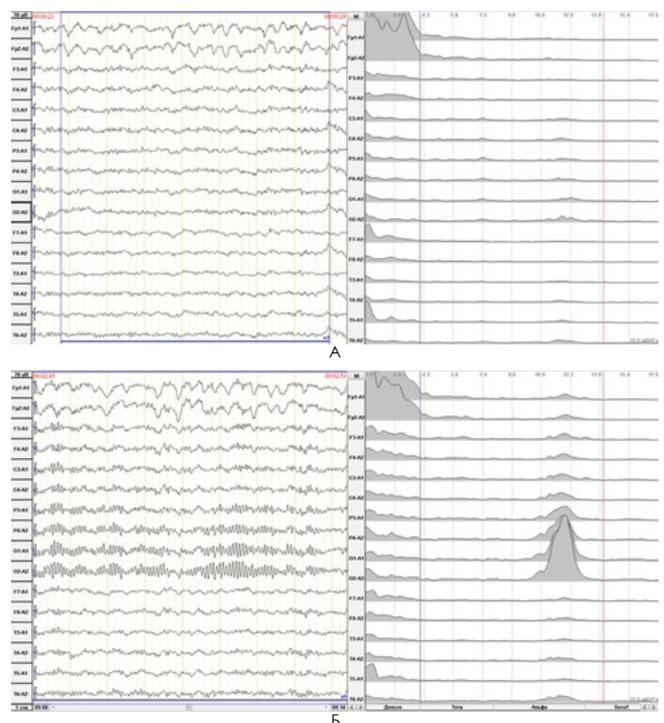


Рисунок 2. Фрагменты одной и той же записи ЭЭГ с неустойчивым балансом восходящих влияний с редуцированным основным ритмом (А) и со сформированным основным ритмом справа (Б)

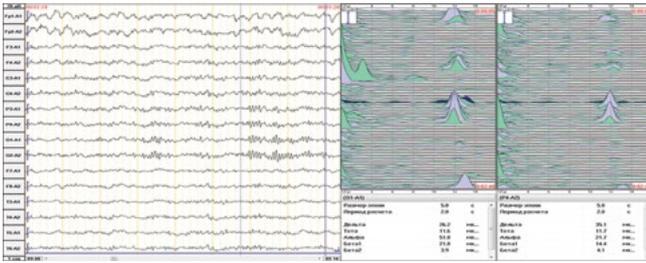


Рисунок 3. ЭЭГ со сменой видов активности на нативной кривой (слева) и на спектральных графиках непрерывного анализа по методике Берг-Фурье (справа)

дело. Выглядят эти графики в разных программных продуктах по-разному, и соответственно количественные показатели, снятые с них, неодинаковые. Конфигурация графиков и их информационная наполненность во многом зависят от целого ряда режимных условий, которые используются при выполнении быстрого преобразования Фурье.

*К режимным величинам построения графиков спектра мощности, которые необходимо выполнять, относятся:*

- 1 — необходимая общая длительность эпох анализа (суммарно 30–120 мин);
- 2 — частота квантования усилителя электроэнцефалографа (120, 250, 500, 2000 Гц);
- 3 — количество точек для построения спектра мощности быстрым преобразованием Фурье (выбор зависит от пп. 1 и 2);
- 4 — использованный коэффициент сглаживания графиков спектра мощности.

В современных программных продуктах режимные величины по пп. 2, 3 и 4 должны быть представлены для пользователей. Если их нет, то следует считать, что программные продукты устарели и все спектральные графики не могут удовлетворять современным требованиям. Как меняется конфигурация в зависимости от количества точек в рассчитываемых фрагментах записи, представлено на рис. 4.

*Необходимая суммарная длина определяется рядом обстоятельств.*

*Первое* — это качеством записи. Рекомендация, что нужно изначально писать качественно, абсурдна. Высокое качество получается у здорового обследуемого. Они хорошо выполняют инструкцию: сидеть неподвижно, но здоровым ЭЭГ не нужна. Писать приходится в совершенно сложных условиях: у пациентов с гиперкинезами, тиками, у маленьких детей. Приходится изощряться, спасая плохую запись.

*Второе* — достаточное количество точек для дискретного воспроизведения ЭЭГ. А это зависит от совокупности частоты опроса конкретного усилителя и выбранного режима БПФ [1]. Последнее можно контролировать визуально по конфигурации графиков спектра (рис. 7.3).

#### **Визуальная оценка графика спектра мощности в альфа-диапазоне с определением его варианта в рамках отдельного отведения**

Анализ графика спектра мощности отдельного отведения (оценка конфигурации пиков мощности) заключается в определении варианта модальности, доминирующих и субдоминирующих ритмов в альфа-диапазоне [3]:

- 1) модальность: мономодальный, двухмодальный, полимодальный (рис. 5);
- 2) ширина альфа-пика на спектре или частотное рассеивание в пределах одного отведения (рис. 6);
- 3) определение модальных значений (доминирующих пиков).

#### **Визуально-количественная оценка пространственного распределения модальных значений основного ритма**

Сложилось устойчивое представление на уровне аксиомы, что понятие альфа-ритма включает только то, что в свое время сформулировано Гансом Бергером: «Альфа-ритм — это ритмические колебания потенциала ЭЭГ частотой 8–12 Гц и средней амплитудой 30–70 мкВ, характеризующиеся периодическим усилением и ослаблением, выражены преимущественно в задних отделах головного мозга при закрытых глазах в состоянии относительного покоя, блокируется при открывании глаз, действии внешних, особенно световых, раздражителей, усилении внимания и умственных нагрузках...».

То, что сделал Бергер в свое время, имея крайне низкий уровень технических возможностей, — это огромное достижение, и в руководствах по ЭЭГ до сих пор берется за основу его частотный принцип в характеристике фоновых потенциалов мозга.

В процессе накопления научных данных появилась обобщенная тенденция к стиранию частотных границ диапазона основного ритма с формулированием концепции альфа-тета-континуума [1], появлению функционально-топографических исключений для ритмов в диапазоне альфа.

Были выделены мю-ритм для центральных отделов, кап-па-ритм — для височных, сигма-ритм — в заднелобных отделах, которые именно функционально отличаются от графического аналога, именуемого альфа-ритмом [2].

В последнее время благодаря внедрению компьютерной техники было отмечено существование аномальных вариантов альфа-ритма в центральных, лобных и теменных отделах, но клиническое значение этих ритмов для практического толкования ЭЭГ изучено недостаточно.

По визуальной картине ЭЭГ частотно-топографическое различие альфа-ритма проследить крайне сложно и возможно только в случаях значительного несовпадения по частоте или по регионарной несинхронности амплитудного максимума. Но это по силам графикам спектра мощности, если они отображены не по топографическому принципу, а интерполированы по частоте (рис. 7).

*Из огромного многообразия были выбраны следующие варианты пространственно-частотной организации альфа-ритма, разделенные по топографическому принципу:*

- 1) в теменно-затылочной области с правильным градиентом:
  - А) мономодальный,
  - Б) двухмодальный или полимодальный;
- 2) распространенный или генерализованный с правильным или сглаженным градиентом:
  - А) мономодальный,
  - Б) двухмодальный или полимодальный;
- 3) с атипичной проекционной зоной (в теменной или лобной области):
  - А) в сочетании с затылочным альфа-ритмом,
  - Б) без затылочного альфа-ритма.

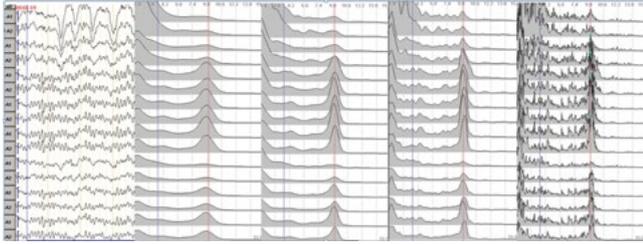


Рисунок 4. Зависимость конфигурации графиков спектра мощности фрагментов ЭЭГ (слева) суммарной длительностью 60 с от выбранного количества точек БПФ: соответственно слева направо 1024, 2048, 4096 и 8192 точки

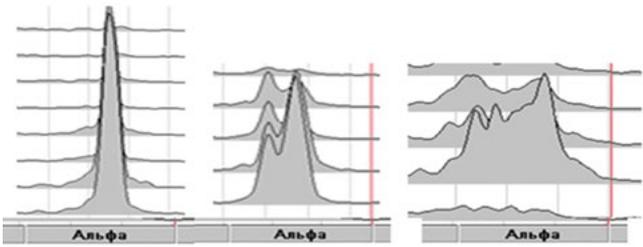


Рисунок 5. Анализ графика спектра мощности отдельного отведения. Представлены графики спектра: мономодальный (слева), двухмодальный (в центре), полимодальный (справа)

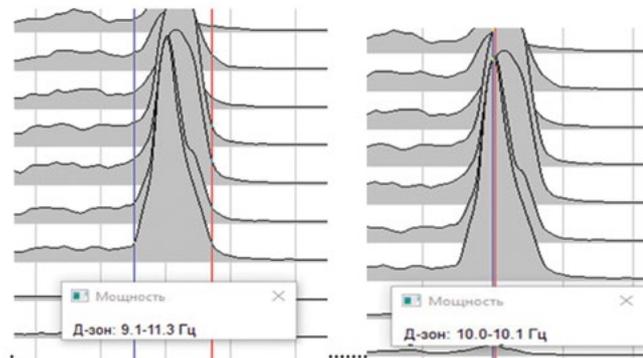


Рисунок 6. Измерение частотной ширины пика (слева) и доминирующего модального значения (справа) на спектре мощности

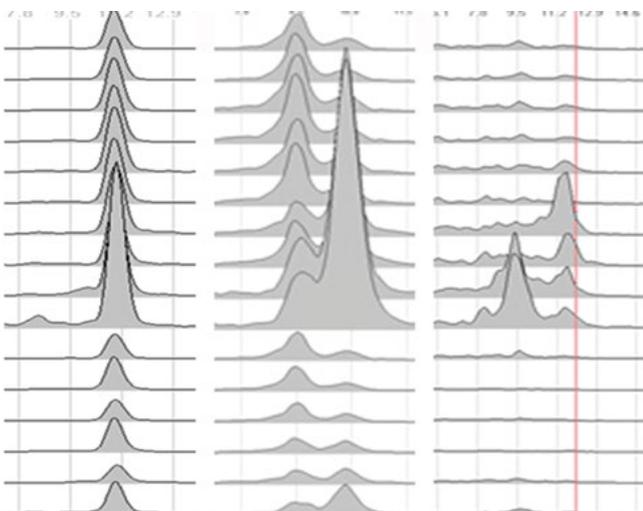


Рисунок 7. Пространственный анализ (сопоставление) графиков спектра мощности по конвексии мозга

### Описание выявленных особенностей пространственно-частотных особенностей биоэлектрической активности головного мозга по данным спектрального анализа и их интерпретация

Визуальный анализ ЭЭГ многие годы служил нам верой и правдой и до сих пор остается неотъемлемой частью, но пространственно-частотную организацию корковой ритмики по нему оценить невозможно.

*А зачем ее оценивать? И кому это вообще нужно?*

Если специалиста устраивает метод ЭЭГ как примитивный сортировщик, «есть эпизнаки в записи или нет», то вопрос ясен. Для него клеймо, наложенное на электроэнцефалографию как на рутинный метод, останется в соответствии с его рутинным уровнем знаний. А мы тут ему голову морочим с пространственно-частотной организацией ритмики мозга. И делаем это совершенно не случайно, с надеждой, что современные возможности количественной электроэнцефалографии рано или поздно заинтересуют практических электроэнцефалографистов, так как проведенное клинко-электроэнцефалографическое сопоставление показало, что топографическая представленность альфа-ритмов имеет связь с психофизиологическими особенностями пациентов и дает возможность объективизировать диагностику психических особенностей [4].

Рассмотрим эту возможность на примере вариантов спектральных графиков мощности в разных группах пациентов.

В группе условно здоровых людей на ЭЭГ выявляется, как правило, типичный мономодальный вариант спектра мощности альфа-ритма с максимумом в теменно-затылочной области с правильным градиентом и, что особенно важно, отмечается совпадение частоты модальных значений альфа-ритма в затылочных и лобных отделах (рис. 8). В этой группе обследованных доминирующая частота альфа-ритма всегда укладывалась в рамки традиционного диапазона, а по данным трехмерной локализации источник альфа-ритма определялся только в затылочных долях (рис. 9).

Полимодальные варианты альфа-ритма, определяемые по спектру мощности, свидетельствуют о расстройстве системно-функциональной организации корковой ритмики, встречаются при разных вариантах психических расстройств (СДВГ, ОНР, соматоформных расстройствах, шизофрении

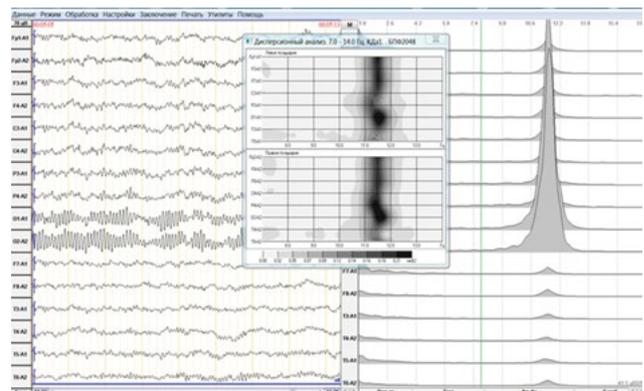


Рисунок 8. Пример правильной системно-функциональной организации альфа-ритма у подростка 14 лет из группы условно здоровых детей. На ЭЭГ модулированный альфа-ритм 9,5 Гц в затылочных отделах с удовлетворительной передне-задней частотной консолидацией

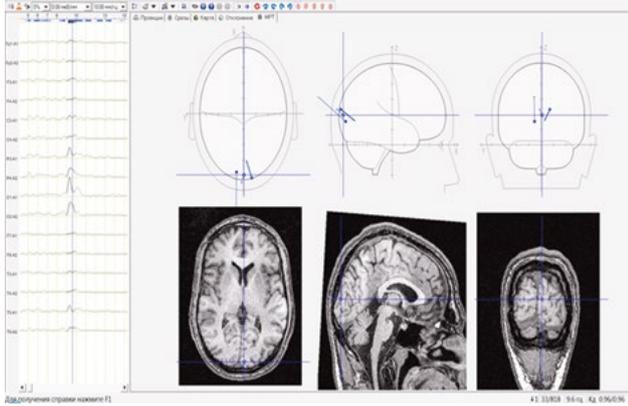


Рисунок 9. По данным трехмерной локализации в интерактивном режиме программой BrainLoc источник генерации альфа-ритма определяется в затылочных отделах

лиз объективно указывает, что в затылочной и теменной областях — это два совершенно самостоятельных альфа-ритма и они имеют разные источники генерации (рис. 13). Клинически это также имеет значение, так как, как правило, с такой аномалией на ЭЭГ дети имеют проблемы с поведением. Сходные результаты отмечены и у взрослых [5].

Существенно реже встречается альфа-ритм с доминированием в лобных отделах. Он хорошо виден как на нативной кривой, так и на графиках спектра мощности, и существенно отличается от затылочного по частоте и по амплитуде, имеет широкую зону пространственно-частотного рассеивания как на графиках спектра, так и особенно на картах дисперсии. Лобный альфа-ритм, как правило, не подавляется при открывании глаз, встречается (рис. 14) у пациентов с разной степенью выраженности психических расстройств.

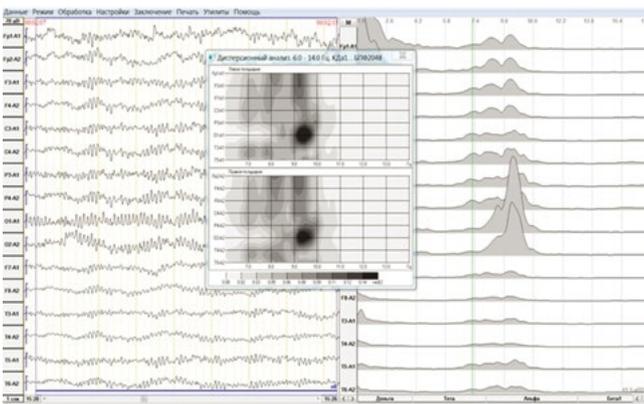


Рисунок 10. Пример нарушенной системно-функциональной организации корковой ритмики в виде полимодального альфа-ритма. В нативной ЭЭГ прослеживается альфа-ритм с расширенной зоной представительства. В спектре мощности выделяется полимодальность альфа-ритма, а на дисперсионной карте — мозаичность распределения его модальных значений

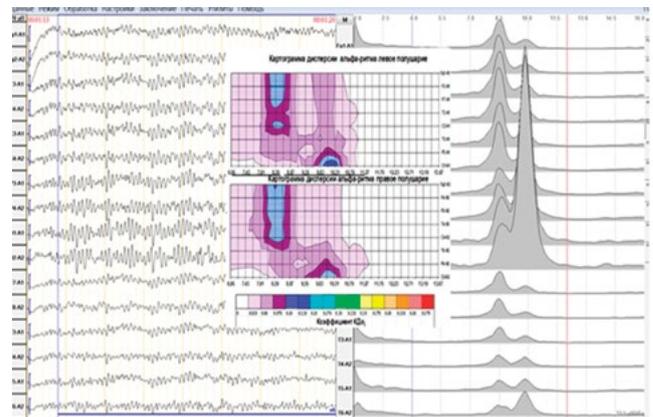


Рисунок 11. Пример нарушенной системно-функциональной организации альфа-ритма у пациента 14 лет из группы с симптоматикой панических атак. На ЭЭГ альфа-ритм с расширенной зоной представительства. На спектре мощности и картах дисперсии выделяются два независимых частотных компонента альфа-ритма: распространенный (в передних и центральных отделах) — 8,5 Гц и затылочный — 9,8 Гц

и др.) (рис. 10, 11). Методом трехмерной локализации выделены отдельные доминирующие составляющие частотных компонентов альфа-ритма, что свидетельствует о разных источниках их генерации (рис. 12).

При панических атаках с тревожным аффектом наблюдалась разной степени выраженности расширенная зона регистрации альфа-ритма. При двухмодальном варианте вычисление программой BrainLoc позволило выявить два источника их генерации. Один в районе затылочных долей, второй — в районе таламуса.

При мономодальном варианте распространенного альфа-ритма вычисление источника по программе BrainLoc давало неубедительные результаты, что связано с наличием двух источников его генерации в затылочных долях и таламусе, но близких по частоте.

### Варианты альфа-ритма с аномальной топографической проекционной зоной

Долгое время доминировала доктрина на уровне аксиомы, что альфа-ритм в теменно-затылочной области имеет общий источник генерации. Да это в целом, наверное, верно, если альфа-ритмы в теменной и затылочной областях имеют одну и ту же частоту и высоко связаны между собой, по данным когерентного анализа, но спектральный анализ показывает, что этих различий увидеть не удастся. Спектральный ана-

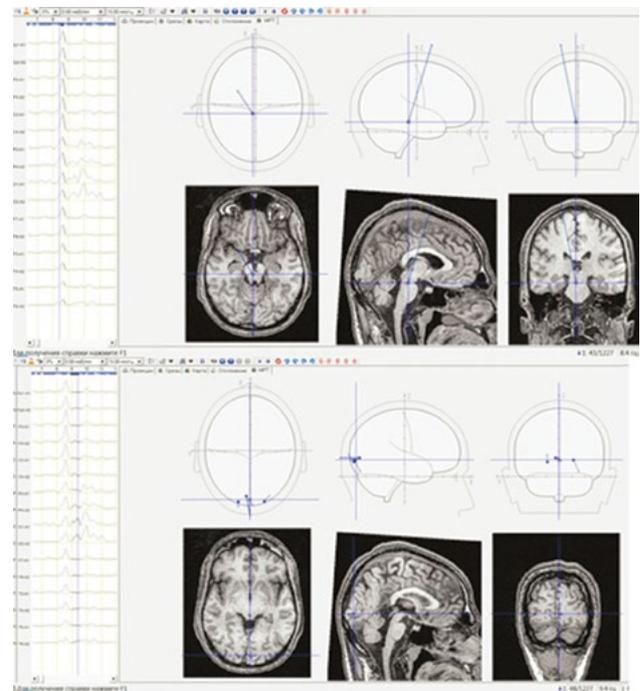
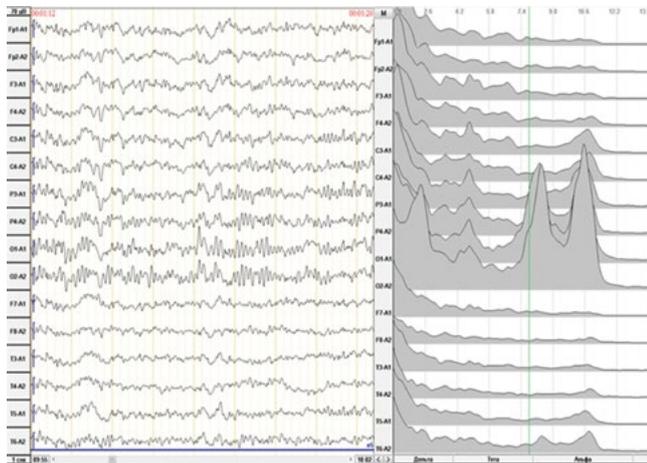
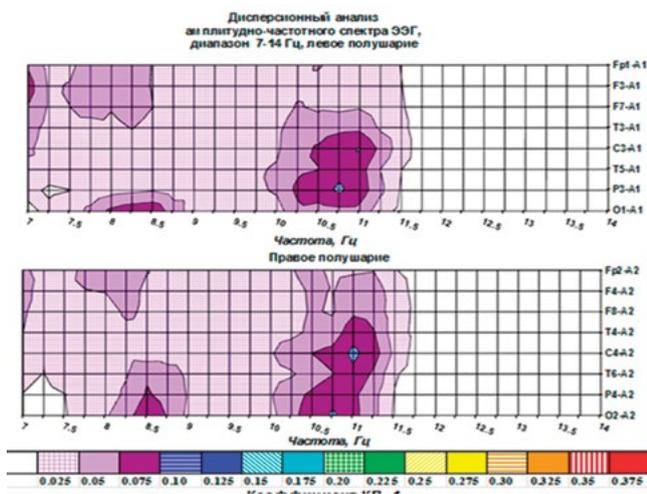


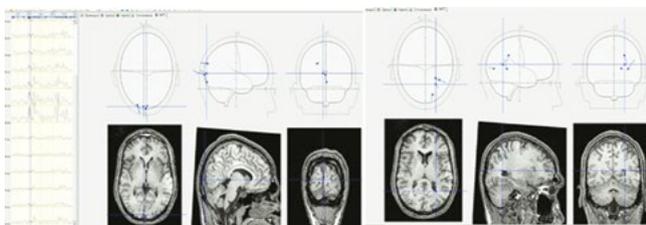
Рисунок 12. Тот же пример с нарушенной системно-функциональной организацией альфа-ритма у пациента 14 лет из группы с симптоматикой панических атак. По данным трехмерной локализации в интерактивном режиме программой BrainLoc источник генерации распространенной медленной компоненты альфа-ритма определяется в районе таламуса (8,5 Гц), а быстрой (9,8 Гц) — в затылочных отделах



А



Б



В

Рисунок 13. Вариант альфа-ритма с аномальной топографической проекционной зоной в теменных отделах у пациента с расстройствами поведения. На спектре мощности выделяется двухмодальный альфа-ритм (8,5 и 10,5 Гц) в теменно-затылочной области (А). На дисперсионной карте видно, что медленный компонент проецируется строго в затылочную область, а быстрый — на широкую зону в теменно-затылочную и центральную области (Б). По данным трехмерной локализации в интерактивном режиме программой BrainLoc определяется источник генерации медленной компоненты альфа-ритма (8,5 Гц) в затылочных долях, а быстрый (10,5 Гц) — в глыбине правой теменной доли (В)

Топографически аномальные варианты альфа-ритма, по данным программы BrainLoc, имеют нетипичные источники их генерации: теменной — из глубины теменной доли, лобный — из медиобазальной поверхности лобных долей. Степень родства, определяемая методом когерентного анализа, между затылочным и топографически аномальным альфа-ритмом бывает невысокого уровня, что указывает на обособленные механизмы генерации каждого из них.

Из сказанного вытекает, что обычная визуальная оценка нативной электроэнцефалограммы, конечно, дает много, но на сегодня возможности ее, вероятно, исчерпаны и не позволяют многого увидеть. Спектральный анализ ЭЭГ открывает перспективы для углубленного изучения биоэлектрической активности головного мозга в норме и патологии, особенно у пациентов с расстройствами психики.

Использование спектрального анализа ЭЭГ не должно пугать практического электроэнцефалографиста, работающего в условиях обязательного медицинского страхования, которое готово убить любое желание работать качественно. Применение спектрального анализа практически не требует существенного удлинения времени работы с электроэнцефалограммой. Просмотр ЭЭГ и выбор эпох осуществляется одновременно. Расчет спектра и построение графиков занимает несколько секунд. При наличии опыта оценка самих графиков также минутное дело, а в итоге — профессиональная удовлетворенность возможностью более глубокого понимания электроэнцефалограммы.

*(Продолжение следует).*

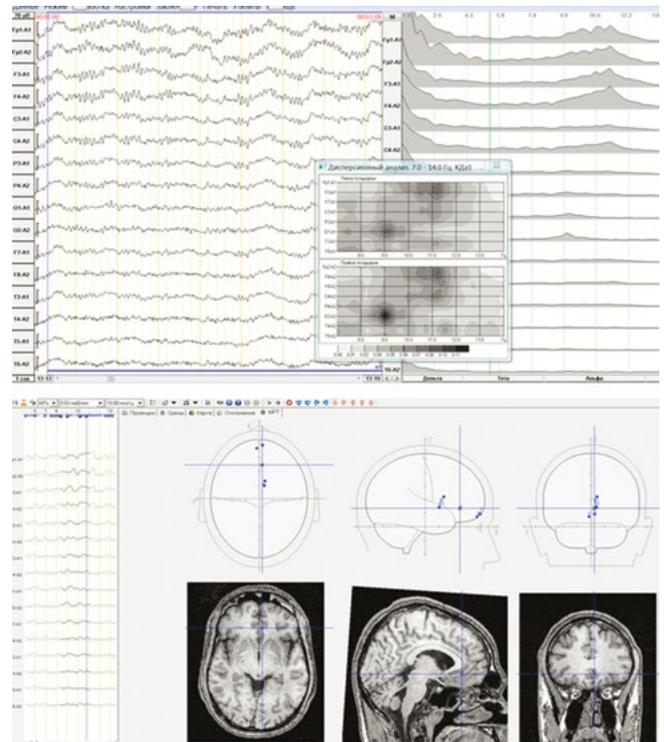


Рисунок 14. Вариант альфа-ритма с аномальной топографической проекционной зоной в лобных отделах у пациента с психическими расстройствами. В нативной ЭЭГ и на спектре мощности альфа-ритм регистрируется в лобных отделах. На дисперсионной карте с высокой степенью рассеивания выделяется быстрый его компонент (10–11 Гц) в лобных отделах и сохраненный медленный компонент (9 Гц) — в затылочных. По данным трехмерной локализации в интерактивном режиме программой BrainLoc источник генерации быстрого компонента (10–11 Гц) определяется по медиобазальной поверхности лобных долей. Медленный компонент не локализуется из-за низкого коэффициента дипольности

**Список литературы / References**

1. Александров М. В. и др. Электроэнцефалография. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: СпецЛит, 2020. Alexandrov M. V. et al. *Electroencephalography. 3rd ed., reprint. and additional St. Petersburg: SpecLit, 2020.*
2. Евтушенко С. К., Омеляненко А. А. Клиническая электроэнцефалография у детей. Руководство для детей. Донецк: Донечина, 2005. Yevtushenko S. K., Omelianenko A. A. *Clinical electroencephalography in children. A guide for children. Donetsk: Donechchina, 2005.*
3. Иванов Л. Б. Прикладная компьютерная электроэнцефалография. М.: МБН, 2004. Ivanov L. B. *Applied computer electroencephalography. M.: MBN, 2004.*
4. Иванов Л. Б. Как читать электроэнцефалограмму? 2002. <https://www.youtube.com/watch?v=7Gm4tRLkUjg&t=1565s> Ivanov L. B. *How to read an electroencephalogram? 2002. https://www.youtube.com/watch?v=7Gm4tRLkUjg&t=1565s*
5. Мельникова Т. С., Лапин И. А., Юркин М. М., Митрофанов А. А., Краснов В. Н., Крюков В. В. Динамика когерентных взаимосвязей на разных стадиях формирования психоорганического синдрома // Функциональная диагностика. 2009, № 1, 36–41. Melnikova T. S., Lapin I. A., Yurkin M. M., Mitrofanov A. A., Krasnov V. N., Kryukov V. V. *Dynamics of coherent interrelations at different stages of the formation of the psycho-organic syndrome. Functional diagnostics. 2009, № 1, 36–41.*

Статья поступила / Received 10.11.21  
Поступила после рецензирования / Revised 17.11.21  
Принята в печать / Accepted 20.11.21

**Информация об авторах**

**Иванов Лев Борисович**, к.м.н., врач высшей категории по функциональной диагностике, заведующий диагностическим отделением. ORCID: 0000-0001-5954-1520

КДЦ при Детской городской клинической больнице № 9 имени Г. Н. Сперанского (Москва)

**Автор для переписки:** Иванов Л. Б. E-mail: ivanov40lb@gmail.com

**About authors**

**Ivanov Lev B.**, doctor of the highest category in functional diagnostics, head of the diagnostic department. ORCID: 0000-0001-5954-1520

Children's City Clinical Hospital No. 9 named after G. N. Speransky (Moscow)

**Contact information:** Ivaniv L. B. E-mail: ivanov40lb@gmail.com

**Для цитирования:** Иванов Л. Б. Правила регистрации рутинной электроэнцефалограммы: ошибки и практика применения (лекция первая). Медицинский алфавит. 2021;(39):45–52. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-45-52>.

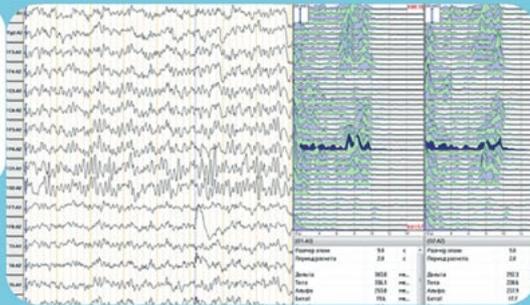
**For citation:** Ivanov L. B. Power spectrum of electroencephalogram: Mistakes and Practical Application. Medical alphabet. 2021;(39):45–52. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-45-52>




**ООО «НАУЧНО-МЕДИЦИНСКАЯ ФИРМА МБН»**

105120, Москва, 2-й Сыромятнический пер., д. 10 кв. 6

Телефон:  
(495) 917-83-24  
(495) 917-97-03  
(495) 917-77-76  
e-mail: info@mbn.ru  
<http://www.mbn.ru>



**Электроэнцефалографы на 4, 16, 19, 21 и 32 канала с полной периферийной комплектацией**

для амбулаторной и стационарной регистраций ЭЭГ, а также суточного видеомониторинга

**Полный объем традиционного математического обеспечения:**

- амплитудный
- спектральный
- когерентный анализ с построением графиков и карт с гибким алгоритмом настроек

**Комплекс МБН-Нейрокартограф может быть использован для диагностики эпилепсии:**

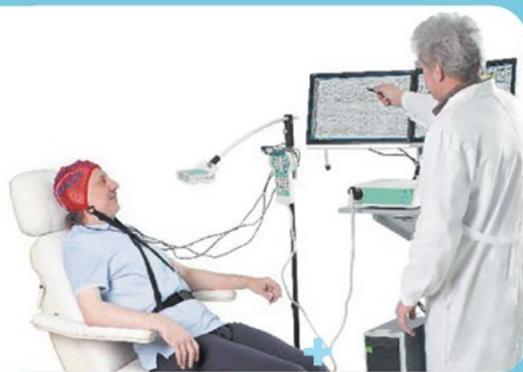
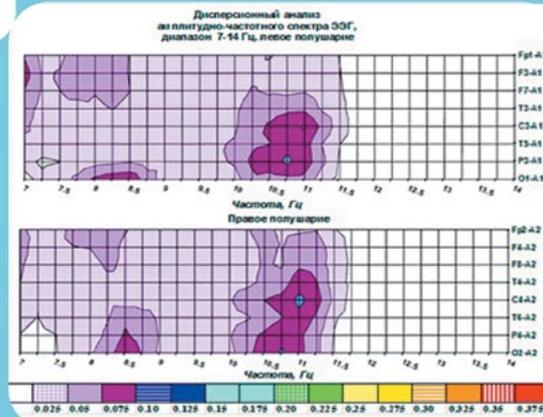
- Обеспечен методикой автоматического поиска эпилептиформной активности, включая низкоамплитудные острые волны (оригинальный алгоритм) и трехмерную локализацию источника патологической активности

**Предусмотрена возможность исследования расстройства ментальных функций у здоровых и пациентов с психическими расстройствами:**

- Непрерывный частотно-амплитудный мониторинг потенциалов мозга методом Берг-Фурье анализа
- Тренды мощности и когерентности
- Построение трехмерных дисперсионных карт по Росману

**Любой модельный ряд по желанию заказчика:**

- мобильный
- стационарный
- варианты, на одно или несколько рабочих мест



## Примерные образцы стандартных операционных процедур, выполняемых работниками среднего звена в отделениях и кабинетах функциональной диагностики

М. В. Пугачев<sup>1</sup>, О. В. Ибатова<sup>1</sup>, Е. В. Коротина<sup>1</sup>, М. В. Синкин<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 имени Н. И. Пирогова» Департамента здравоохранения города Москвы

<sup>2</sup> ГБУЗ «НИИ скорой помощи имени Н. В. Склифосовского ДЗМ г. Москвы», г. Москва

<sup>3</sup> ФГБУ «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова», г. Москва

### РЕЗЮМЕ

Приводятся примерные образцы стандартных операционных процедур, выполняемых средним медицинским персоналом отделений и кабинетов функциональной диагностики. Рассматриваются методики регистрации электрокардиограммы, электроэнцефалограммы, спирограммы, постановки регистраторов холтеровского мониторинга ЭКГ и суточного мониторинга артериального давления.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** стандартные операционные процедуры, электрокардиография, холтеровское мониторирование, суточное мониторирование артериального давления, электроэнцефалография, спирометрия.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ ОТСУТСТВУЕТ.**

## Samples of standard operating procedures performed by mid-level workers in departments and rooms of functional diagnostics

M. V. Pugachev<sup>1</sup>, O. V. Ibatova<sup>1</sup>, E. V. Korotina<sup>1</sup>, V. M. Sinkin<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> State Budgetary Healthcare Organization 'City Clinical Hospital № 1 named after N. I. Pirogov of the Department of Healthcare of Moscow', Moscow, Russia

<sup>2</sup> Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Evdokimov Moscow State University of Medical Dentistry, Moscow, Russia

### SUMMARY

As an example standard operating procedures performed by nurses in functional diagnostics departments are given. Methods of registration of electrocardiogram, electroencephalogram, spirogram, setting of recorders for Holter monitoring and blood pressure monitoring are considered.

**KEY WORDS:** standard operating procedures, electrocardiography, Holter monitoring, 24-hour blood pressure monitoring, electroencephalography, spirometry.

There is no conflict of interest.

Стандартные операционные процедуры (СОП) (Standard Operation Procedures — SOP) — документально оформленный набор инструкций (пошаговых действий), которые выполняются персоналом структурных подразделений медицинской организации (МО) с учетом ее типа, мощности, структуры, материально-технического обеспечения, укомплектованности кадрами и др.

Наиболее часто СОП разрабатываются для среднего медицинского персонала.

**Цель создания СОП** — повышение качества оказания медицинских услуг, устранение дефектов деятельности персонала.

В СОП указываются работники, участвующие в выполнении операции, их квалификация, требования к условиям выполнения работы, необходимое оборудование, перечисляются подразделения, в которых проводится данная работа, отражается примерное время выполнения работы. Особое внимание должно быть уделено соблюдению санитарно-противоэпидемических мер, правилам техники безопасности, обработке и утилизации расходных материалов и инструментария. Повышенное внимание следует уделять тем пунктам инструкции, нарушение выполнения которых может привести к негативным последствиям, искажению результатов проведенного исследования. СОП разрабатываются в МО с учетом ее ус-

ловой деятельности. СОП утверждаются руководителем медицинской организации или его уполномоченным заместителем. С целью облегчения создания СОПов для работников среднего звена в отделениях и кабинетах функциональной диагностики ниже приводятся примерные их образцы, разработанные сотрудниками ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 имени Н. И. Пирогова» Департамента здравоохранения города Москвы при участии руководителя группы клинической нейрофизиологии отделения неотложной нейрохирургии ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н. В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы» М. В. Синкина.

## СТАНДАРТНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ДЛЯ МЕТОДОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ (СЕСТРИНСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ)

### Содержание

*Пояснительная записка*

*Техника регистрации электрокардиограммы  
в амбулаторных условиях*

*Техника проведения спирометрии*

*Длительное мониторирование ЭКГ по Холтеру*

*Суточное мониторирование*

*артериального давления (СМАД)*

*Выполнение рутинной электроэнцефалографии*

*Приложение. Примерный формат оформления*

### Пояснительная записка

На современном этапе развития здравоохранения трудно представить работу медицинских организаций без современного отделения функциональной диагностики (ФД). Кроме того, это самостоятельная специальность, объединяющая три основных направления диагностики социально значимых заболеваний: сердечно-сосудистой системы, центральной, периферической и вегетативной нервной системы, функции внешнего дыхания. Также исследуется состояние и других систем организма (полифункциональные исследования). Работа специалистов функциональной диагностики направлена на оказание своевременной помощи пациентам не только с лечебно-диагностической или реабилитационной целью, но и с профилактической.

Деятельность медицинской сестры в отделениях (кабинетах) функциональной диагностики — это не только огромный труд, но и высокий уровень ответственности и профессионализма. Большое количество методов медицинская сестра выполняет самостоятельно, не прибегая к помощи врача. И поэтому, имея отличную подготовку, огромный багаж знаний и умений, она выполняет любое диагностическое исследование без ошибок на благо пациента. Предлагаем вашему вниманию стандартные операционные процедуры (СОП), которые проводятся в медицинских организациях (МО). Использование расходного материала осуществляется согласно имеющимся наименований в конкретной МО.

### Техника регистрации электрокардиограммы в амбулаторных условиях<sup>1</sup>

#### Цель:

- стандартизация методики регистрации электрокардиограммы (далее — ЭКГ);
- обеспечение своевременной диагностики.

**Область применения:** кабинеты функциональной диагностики поликлинического и консультативно-диагностических отделений при обращении пациентов по направлению от врача, осуществляющего прием.

#### Ответственность:

- ответственным лицом за организацию работы в отделении (кабинете) в соответствии с требованиями СОП является заведующий отделением (кабинетом) или врач кабинета;
- ответственным лицом за проведение регистрации ЭКГ в соответствии с требованиями СОП является медицинская сестра отделения (кабинета);
- контроль за соблюдением требований СОП осуществляют: старшая медицинская сестра отделения, главная медицинская сестра больницы.

#### Основная часть СОП

**Определение:** электрокардиография является методом исследования сердечно-сосудистой системы, который основывается на графической регистрации биоэлектрической активности сердца.

#### 1. Подготовительные операции

- 1.1. Подготовить место для приема пациентов (ЭКГ регистрируется в теплом помещении, удаленном от возможных источников электрических помех).
- 1.2. Перед приемом проверить наличие необходимых ресурсов: электрокардиограф<sup>2</sup>, кушетка, антисептический раствор<sup>3</sup> или спиртовые салфетки, одноразовые пеленки (для кушетки), бумажные салфетки, паста или гель для улучшения электропроводимости, одноразовые перчатки, дезинфицирующее средство для обработки кушетки, поверхностей и электродов<sup>4</sup>, дополнительный комплект электродов, журналы регистрации исследований.
- 1.3. Необходимо помнить и соблюдать правила техники безопасности.
- 1.4. Медицинский персонал должен быть одет с применением средств индивидуальной защиты 3-го уровня (шапочка, маска, одноразовый халат, перчатки)<sup>5</sup>.

#### 2. Прием пациентов

- 2.1. Пригласить пациента в кабинет, представиться, идентифицировать пациента (уточнив Ф.И.О., дату рождения), проверить наличие информированного добровольного согласия, начать прием в системе электронной медицинской карты — ЕМИАС (при наличии АРМ), объяснить ход процедуры.
- 2.2. Попросить пациента освободить от одежды верхнюю часть туловища (до пояса) и нижнюю треть голени.
- 2.3. Правильно расположить пациента (запись ЭКГ проводится обычно в положении пациента лежа на спине, что позволяет добиться максимального расслабления мышц. Он должен лежать не двигаясь, с вытянутыми вдоль туловища руками. Качество записи лучше при спокойном неглубоком дыхании)<sup>6</sup>.
- 2.4. Провести гигиеническую обработку рук и надеть перчатки (при необходимости).
- 2.5. Правильно расположить электроды на тыльных поверхностях конечностей (располагаемых на обоих предплечьях и обеих голених в нижней их трети), предварительно обработав кожу

<sup>1</sup> Можно использовать и для условий стационара, и для павильонов «Здоровая Москва».

<sup>2</sup> Если вы работаете с данным электрокардиографом впервые, **внимательно** ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации.

<sup>3</sup> Антисептический раствор не должен вызывать коррозию металла, внимательно ознакомьтесь с инструкцией!

<sup>4</sup> Дезинфицирующее средство (используемое в данной медицинской организации) не должно вызывать коррозию металла, внимательно ознакомьтесь с инструкцией! Возможно использование дезинфекции низкого уровня.

<sup>5</sup> Действует на период пандемии COVID-19 до особого распоряжения.

<sup>6</sup> При возможном отклонении от стандартной регистрации (вынужденное положение пациента, например, сидя) необходимо письменно отметить это на ленте ЭКГ, в журнале регистрации и электронной версии хранения.

антисептическим раствором или спиртовой салфеткой, а также нанести на электроды электропроводную жидкость. На правую руку устанавливается электрод красного цвета<sup>7, 8</sup>; на левую руку — электрод желтого цвета; на правую ногу — электрод черного цвета; на левую ногу — электрод зеленого цвета.

2.6. Правильно расположить грудные электроды по Wilson (предварительно обработав кожу антисептическим раствором или спиртовой салфеткой, а также нанести специальную электропроводную жидкость, при необходимости гель):

- отведение  $V_1$  — в IV межреберье по правому краю грудины;
- отведение  $V_2$  — в IV межреберье по левому краю грудины;
- отведение  $V_3$  — между  $V_2$  и  $V_4$ ;
- отведение  $V_4$  — в V межреберье по левой срединно-ключичной линии;
- отведение  $V_5$  — на уровне, что и  $V_4$ , по левой передне-подмышечной линии;
- отведение  $V_6$  — по левой средне-подмышечной линии на том же горизонтальном уровне, что и электроды  $V_4$  и  $V_5$ .

2.7. Включить электрокардиограф (необходимо помнить и соблюдать правила техники безопасности).

2.8. Выбрать скорость записи 25 мм/с (при необходимости 50 мм/с или 10 мм/с).

2.9. Провести калибровку (контрольный милливольт).

2.10. Провести запись в зависимости от возможностей электрокардиографа (сразу 12 отведений, либо по 6 отведений, либо по 3 отведения), по возможности не используя систему фильтрации.

2.11. В каждом отведении должно быть зарегистрировано не менее 6 комплексов, а при нарушении ритма и проводимости не менее 12.

2.12. После регистрации записать на ленте Ф.И.О. пациента, возраст, дату и время регистрации ЭКГ<sup>9</sup> синей ручкой.

2.13. Дать пациенту бумажные салфетки для удаления геля (пасты) с кожных покровов.

2.14. Салфетки, пеленку утилизировать как медицинские отходы класса Б.

2.15. Проинформировать пациента о сроках и месте получения результата.

2.16. Провести дезинфекцию кушетки и электродов (хранить электроды рекомендуется в сухом виде). По особому распоряжению необходимо подвергать химической дезинфекции все расходные материалы.

2.17. Снять перчатки и утилизировать как медицинские отходы класса Б.

2.18. Провести гигиеническую обработку рук.

2.19. Записать данные в журнал регистрации исследований, выполняемых в отделении (кабинете) функциональной диагностики, форма 157/у-93.

2.20. Завершить прием в системе ЕМИАС (при наличии АРМ).

### Нормативно-справочная информация

1. Приказ Минздрава России от 30.11.93 № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации».

2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 26 декабря 2016 г. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований».

3. СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».

4. СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 4.

### Распределение данной инструкции

Оригинал — заведующий отделением (кабинетом) функциональной диагностики.

Копия — старшая медицинская сестра отделения (кабинета) функциональной диагностики, медицинская сестра отделения (кабинета ФД), медицинская сестра отделения (кабинета) профилактики, врач общей практики.

### Дополнения к СОП по электрокардиографии

#### Регистрация дополнительных «высоких грудных» отведений

1.1. Перенести грудные электроды из позиций IV–V межреберий в аналогичные позиции II–III межреберья: отведение  $V_1$  — во II межреберье по правому краю грудины;

отведение  $V_2$  — во II межреберье по левому краю грудины;

отведение  $V_3$  — между  $V_2$  и  $V_4$ ;

отведение  $V_4$  — в III межреберье по левой срединно-ключичной линии;

отведение  $V_5$  — на уровне, что и  $V_4$ , по левой передне-подмышечной линии;

отведение  $V_6$  — по левой средне-подмышечной линии

на том же горизонтальном уровне, что и электроды  $V_4$  и  $V_5$ .

1.2. Провести запись грудных отведений.

1.3. Промаркировать с верхним индексом  $V_1^2 V_2^2 V_3^{2-3} V_4^3 V_5^3 V_6^3$ .

#### Регистрация дополнительных отведений $V_7, V_8, V_9$

1.1. Перенести электроды  $V_1, V_2, V_3$  в следующие позиции, попросив пациента немного повернуться на правый бок для установки электродов:

$V_1$  — по задне-подмышечной линии на том же горизонтальном уровне, что и электроды  $V_4$  и  $V_5$ ;

$V_2$  — по лопаточной линии на том же горизонтальном уровне, что и электроды  $V_4$  и  $V_5$ ;

$V_3$  — по паравerteбральной линии на том же горизонтальном уровне, что и электроды  $V_4$  и  $V_5$ .

1.2. Провести запись грудных отведений.

1.3. Промаркировать с верхним индексом  $V_1^7 V_2^8 V_3^9$  или нижним индексом ( $V_7, V_8, V_9$ ) в случае отсутствия автоматической маркировки отведений.

<sup>7</sup> Исключение — декстрокardia.

<sup>8</sup> Возможна замена пластинчатых электродов на чашечные и смещение их выше места стандартной установки (например, при отсутствии нижней конечности устанавливаем чашечный электрод внизу живота).

<sup>9</sup> При технической возможности внесения данных пациента непосредственно в базу данных электрокардиографа или компьютерную систему данное действие выполняется до пункта 2.5 (выбор скорости).

### Регистрация ЭКГ у пациента с декстрокардией

1.1. Поменять электроды на руках местами так, чтобы на нижнюю треть предплечья с правой стороны был установлен пластинчатый электрод желтого цвета, а с левой стороны — красного цвета.

Грудные электроды установить справа в следующие позиции:

- отведение  $V_1$  — в IV межреберье по правому краю грудины;
- отведение  $V_2$  — в IV межреберье по левому краю грудины;
- отведение  $V_3$  — между  $V_2$  и  $V_4$ ;
- отведение  $V_4$  — в V межреберье по правой срединно-ключичной линии;
- отведение  $V_5$  — на уровне, что и  $V_4$ , по правой передне-подмышечной линии;
- отведение  $V_6$  — по правой средне-подмышечной линии на том же горизонтальном уровне, что и электроды  $V_4$  и  $V_5$ .

1.2. Провести запись электрокардиограммы.

1.3. Промаркировать с верхним индексом R «грудные отведения» (например,  $V_3^R$  и т.д.).

### Техника проведения спирометрии

#### Цель:

- стандартизация метода спирометрии;
- обеспечение своевременной диагностики.

**Область применения:** кабинеты функциональной диагностики при обращении пациента по направлению от врача, осуществляющего прием.

#### Ответственность:

- ответственным лицом за организацию работы в отделении (кабинете) в соответствии с требованиями СОП является заведующий отделением (кабинетом) или врач кабинета;
- ответственным лицом за проведение спирометрии в соответствии с требованиями СОП является медицинская сестра кабинета;
- контроль за соблюдением требований СОП осуществляют старшая медицинская сестра отделения, главная медицинская сестра соответствующего структурного подразделения.

### Основная часть СОП

**Определение:** спирометрия является неинвазивным методом измерения воздушных потоков и объемов с использованием форсированных маневров. Наиболее частым показанием к проведению спирометрического исследования является диагностика обструкции дыхательных путей.

### 1. Технические условия и оснащение

Все спирометры должны удовлетворять минимальным техническим требованиям, которые достаточны для повседневной клинической практики.

Соблюдение этих требований необходимо для точности измерений и минимизации вариабельности результатов.

### 2. Подготовительные операции

- 2.1. Провести калибровку спирометра<sup>10</sup>.
- 2.2. Подготовить помещение (проветривание, влажная уборка).
- 2.3. Медицинский персонал должен быть одет с применением средств индивидуальной защиты 3-го уровня (шапочка, маска (лучше респиратор FFP2, FFP3, KN95), одноразовый халат, перчатки)<sup>11</sup>.

### 3. Прием пациентов

- 3.1. Пригласить пациента в кабинет<sup>12</sup>, представиться, идентифицировать пациента (уточнив Ф.И.О., дату рождения), проверить наличие информированного добровольного согласия, объяснить ход процедуры.
- 3.2. Задать пациенту вопросы о недавнем курении, употреблении алкоголя и физической нагрузке перед исследованием, имеющихся заболеваниях, использовании лекарственных препаратов, которые могут повлиять на результаты<sup>13</sup>.
- 3.3. Измерить рост и вес пациента без обуви.
- 3.4. Попросить пациента освободить от стесняющей одежды область груди и шеи<sup>14</sup>.
- 3.5. Правильно усадить пациента перед исследованием: пациент должен сидеть с прямой спиной и слегка приподнятой головой<sup>15</sup>.
- 3.6. Внести данные о пациенте в программу спирометра.
- 3.7. Внести данные о влажности и температуре воздуха в программу спирометра или проверить эти показатели, измеренные спирометром.
- 3.8. Объяснить и показать пациенту, как правильно выполнить дыхательный маневр.
- 3.9. При наличии у пациента съемных зубных протезов не рекомендуется снимать их перед исследованием, чтобы не нарушать геометрию ротовой полости<sup>16</sup>.
- 3.10. Провести гигиеническую обработку рук и надеть перчатки<sup>17</sup>.
- 3.11. Установить одноразовый антибактериальный-антивирусный фильтр (при необходимости дополнительно надеть на фильтр мундштук — для удобства пациента) в датчик преобразователя потока воздуха и передать в руки пациенту, на нос надеть зажим.

<sup>10</sup> Калибровка объема должна выполняться не реже 1 раза в день с использованием шприца объемом 3 л. Проводится 3–4 раза введение в спирометр воздуха из калибровочного шприца. В особых ситуациях (при скрининге больших популяций, быстром изменении температуры воздуха и т.д.) требуются более частые калибровки. Согласно современным требованиям, калибровка должна проводиться при различных скоростях движения поршня калибровочного шприца.

Калибровочный шприц должен храниться в помещении при той же температуре и влажности воздуха, при которой проводится спирометрия. Обычно он находится рядом со спирометром. Если спирометр не соответствует параметрам калибровки, выполняют новую калибровку.

<sup>11</sup> Действует на период пандемии COVID-19 до особого распоряжения.

<sup>12</sup> Медицинский персонал использует для защиты органов дыхания маску трехслойную медицинскую или респиратор FFP2, FFP3, KN95.

<sup>13</sup> Курение пациента должно быть исключено как минимум за 1 час, употребление алкоголя и других токсических веществ — за 8 ч, значительные физические нагрузки — за 60 мин до исследования. В течение 2 ч перед исследованием не рекомендуется обильный прием пищи.

<sup>14</sup> Одежда пациента не должна стягивать грудную клетку и живот.

<sup>15</sup> Спирометрию рекомендуется выполнять в положении пациента сидя в кресле с подлокотниками (для исключения падения пациента), но без колесиков. Если особые обстоятельства требуют проведения исследования в положении пациента стоя или в каком-либо другом, это должно отражаться в протоколе исследования.

<sup>16</sup> Иногда плохо установленные протезы не позволяют пациенту герметично обхватывать загубник и становятся причиной утечки воздуха, в этой ситуации рекомендуется повторить дыхательный маневр после снятия протезов.

<sup>17</sup> Медицинский персонал применяет средства индивидуальной защиты первого уровня (шапочка, одноразовый халат, очки, перчатки, респиратор FFP3, возможно использование респираторов FFP2).

- 3.12. Провести инструктаж пациента, объяснив, что сначала проводится проба ЖЕЛ со спокойным дыханием, а затем проба ФЖЕЛ с форсированным выдохом и последующим глубоким вдохом. Каждая из проб (ЖЕЛ и ФЖЕЛ) проводится не менее трех раз, чтобы максимальные значения показателей ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub> различались не более чем на 150 мл. Обращаем внимание пациента на то, чтобы туловище и голова не наклонялись вниз, а сохраняли исходное положение с прямой спиной. Мундштук фильтра должен быть захвачен зубами и плотно обхвачен губами со всех сторон для исключения утечки воздуха из углов рта.
- 3.13. Выполнить исследование согласно инструкции (не менее трех попыток, но не более восьми).
- 3.14. Если необходимо проведение бронходилатационного теста с бронхолитиком, то после исходного теста пациенту необходимо вдохнуть последовательно (по одной дозе) две — четыре дозы бронхолитика (согласно назначению врача в направлении) с интервалом в 30 сек<sup>18</sup> и через определенное время (в зависимости от бронхолитика) повторить исследование, только пробу ФЖЕЛ с соблюдением указанных выше правил.
- 3.15. По окончании исследования снять мундштук и фильтр и утилизировать их как медицинские отходы класса Б.
- 3.16. Отпустить пациента и проинформировать его о сроках и месте получения результата.
- 3.17. Провести дезинфекцию изделий медицинского назначения, в частности, носового зажима.
- 3.18. Снять и утилизировать перчатки как медицинские отходы класса Б.
- 3.19. Провести гигиеническую обработку рук.
- 3.20. Записать данные в журнал регистрации исследований, выполняемых в отделении (кабинете) функциональной диагностики, форма 157/у-93.

### Нормативно-справочная информация

1. Приказ Минздрава России от 30.11.93 № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации».
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 26 декабря 2016 г. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований».
3. СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».
4. СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 4.
5. Рекомендации Российского респираторного общества по проведению функциональных исследований системы дыхания в период пандемии COVID-19. Версия 1.1. от 19.05.2020.

6. Методические рекомендации по использованию метода спирометрии Минздрава России от 2016 года.

### Распределение данной инструкции

Оригинал — заведующий отделением (кабинетом) функциональной диагностики.

Копия — старшая медицинская сестра отделения (кабинета) функциональной диагностики, медицинская сестра отделения (кабинета ФД), медицинская сестра отделения (кабинета) профилактики, врач общей практики.

### Длительное мониторирование ЭКГ по Холтеру

#### Цель:

- стандартизация методики длительного мониторирования ЭКГ по Холтеру (ХМ-ЭКГ);
- обеспечение своевременной диагностики.

*Область применения:* кабинеты функциональной диагностики поликлинического, консультативно-диагностических отделений, стационара при обращении пациента по направлению от врача, осуществляющего прием.

#### Ответственность:

- ответственным лицом за организацию работы в отделении (кабинете) в соответствии с требованиями СОП является заведующий отделением (кабинетом) или врач кабинета;
- ответственным лицом за проведение регистрации ЭКГ в соответствии с требованиями СОП является медицинская сестра отделения (кабинета);
- контроль за соблюдением требований СОП осуществляют старшая медицинская сестра отделения, главная медицинская сестра больницы.

### Основная часть СОП

*Определение:* ХМ-ЭКГ — методика непрерывной записи электрокардиограммы (ЭКГ) на твердотельный носитель в условиях свободной активности пациента с последующей дешифровкой в режиме offline на специальных дешифраторах.

#### 1. Подготовительные операции

- 1.1. Подготовить место для приема пациента.
- 1.2. Перед приемом проверить наличие необходимых ресурсов<sup>19</sup>: регистратор и комплектующие к нему (кабель, чехол, батарейки)<sup>20</sup>, кушетка, стул для пациента, бланк дневника для пациента, антисептический раствор или спиртовые салфетки, одноразовые пеленки (для кушетки), бумажные салфетки, одноразовые перчатки, одноразовые электроды, дезинфицирующее средство для обработки кушетки, поверхностей и электродов<sup>21</sup>, дополнительный комплект электродов, журналы регистрации исследований.
- 1.3. Необходимо помнить и соблюдать правила техники безопасности.
- 1.4. Медицинский персонал должен быть одет с применением средств индивидуальной защиты 3-го уровня (шапочка, маска, одноразовый халат, перчатки)<sup>22</sup>.

<sup>18</sup> С соблюдением всех правил ингаляционной техники для дозированных аэрозольных ингаляторов (после спокойного неполного выдоха — плавный максимально глубокий вдох с активацией ингалятора (нажатием на клавишу) одновременно с началом вдоха, задержка дыхания на высоте вдоха на 10 сек).

<sup>19</sup> Необходимо проверить сроки годности.

<sup>20</sup> Если вы работаете с данным регистратором впервые, **внимательно** ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации. Проверьте целостность!

<sup>21</sup> Дезинфицирующее средство (используемое в данной медицинской организации). Возможно использование дезинфекции низкого уровня.

<sup>22</sup> Действует на период пандемии COVID-19 до особого распоряжения.

## 2. Прием пациентов

- 2.1. Пригласить пациента в кабинет, представиться, идентифицировать пациента (уточнив Ф.И.О., дату рождения), проверить наличие информированного добровольного согласия, начать прием в системе ЕМИАС (при наличии АРМ), объяснить ход процедуры.
- 2.2. Обработать руки гигиеническим способом (при необходимости надеть перчатки).
- 2.3. Попросить пациента освободить от одежды верхнюю часть туловища (до пояса).
- 2.4. Предложить пациенту занять удобное положение (сидя на кушетке или стуле).
- 2.5. Закрепить одноразовые электроды<sup>23</sup> на грудной клетке пациента<sup>24</sup>, предварительно обработав кожу антисептическим раствором или спиртовой салфеткой. Убедиться в правильном расположении электродов в соответствии с инструкцией к конкретному аппарату.
- 2.6. Подключить кардиорегистратор с помощью кабеля к ПК (если необходимо).
- 2.7. Открыть в компьютерной системе соответствующую программу и внести сведения о пациенте.
- 2.8. Провести тестовую регистрацию, в том числе в разных положениях тела (сидя, стоя, лежа)<sup>25</sup>.
- 2.9. Начать исследование, нажав соответствующую кнопку на панели инструментов компьютерной программы и поместить кардиорегистратор в чехол на ремне, при этом необходимо отсоединить кабель (если использовался) от ПК.
- 2.10. Предупредить пациента о начале исследования.
- 2.11. Оформить дневник пациента и провести подробный инструктаж («Вы ведете обычный образ жизни, специально делать ничего не нужно. Исключаются: принятие душа и интенсивные физические нагрузки. Необходимо заполнять дневник, в котором вы будете отмечать ваше время, действия, ощущения, а также наименование и время приема лекарственных препаратов. Завтра в это же время необходимо явиться для снятия прибора и последующего анализа полученных данных»).
- 2.12. Уточнить, все ли понятно пациенту. При возникновении вопросов подробно ответить на них.
- 2.13. Снять перчатки и поместить перчатки в емкость для отходов класса Б (если использовались).
- 2.14. Уточнить у пациента его самочувствие.
- 2.15. Сделать запись о выполнении процедуры в медицинской документации.
- 2.16. Завершить прием в системе ЕМИАС (при наличии АРМ).
- 2.17. На следующий день снять прибор, отсоединив одноразовые электроды от тела пациента (проводить можно в нестерильных перчатках) и утилизировать перчатки в емкость для отходов класса Б (в том числе и нестерильные перчатки). Чехол подвергнуть дезинфекции. Присоединить кардиорегистратор с помощью кабеля к ПК, провести перенос информации, нажав на соответствующую кнопку на панели инструментов программы и сохранить полученные данные.

## Нормативно-справочная информация

1. Приказ Минздрава России от 30.11.93 № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации».
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 26 декабря 2016 г. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований».
3. СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».
4. СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 4.
5. Национальные российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике (РКО 2014 г.).

## Распределение данной инструкции

Оригинал — заведующий отделением (кабинетом) функциональной диагностики.

Копия — старшая медицинская сестра отделения (кабинета) функциональной диагностики, медицинская сестра.

## Суточное мониторирование артериального давления (СМАД)

*Цель:*

- стандартизация методики СМАД;
- обеспечение своевременной диагностики.

*Область применения:* кабинеты функциональной диагностики поликлинического, консультативно-диагностических отделений, стационара при обращении пациента по направлению от врача, осуществляющего прием.

*Ответственность:*

- ответственным лицом за организацию работы в отделении (кабинете) в соответствии с требованиями СОП является заведующий отделением (кабинетом) или врач кабинета;
- ответственным лицом за проведение регистрации ЭКГ в соответствии с требованиями СОП является медицинская сестра отделения (кабинета);
- контроль соблюдения требований СОП осуществляют старшая медицинская сестра отделения, главная медицинская сестра больницы.

## Основная часть СОП

*Определение:* СМАД — методика непрерывной записи артериального давления в условиях свободной активности пациента с последующей дешифровкой в режиме offline на специальных дешифраторах. СМАД позволяет более точно определить уровень АД в реальных условиях, как правило, типичных для пациента: амбулаторных, рабочего и/или выходного дня, во время физических и/или эмоциональных

<sup>23</sup> При ошибочном расположении повторно не использовать!

<sup>24</sup> В зависимости от модели кардиорегистратора.

<sup>25</sup> Используйте кушетку, предварительно застелив одноразовой пленкой (салфеткой).

нагрузок, в дневные и ночные часы, на фоне лекарственной терапии или при ее отсутствии.

### 1. Подготовительные операции

- 1.1. Подготовить место для приема пациента.
- 1.2. Перед приемом проверить наличие необходимых ресурсов<sup>26</sup>: аппарат для СМАД<sup>27</sup> и комплектующие (манжета, чехол, батарейки), одноразовая салфетка, сантиметровая лента, бланк дневника пациента, сфигмоманометр и фонендоскоп, дополнительные манжеты разного размера, антисептический раствор или спиртовые салфетки, одноразовые перчатки, дезинфицирующее средство для обработки поверхностей<sup>28</sup>, журналы регистрации исследований.
- 1.3. Необходимо помнить и соблюдать правила техники безопасности.
- 1.4. Медицинский персонал должен быть одет с применением средств индивидуальной защиты 3-го уровня (шапочка, маска, одноразовый халат, перчатки)<sup>29</sup>.

### 2. Прием пациентов

- 2.1. Пригласить пациента в кабинет, представиться, идентифицировать пациента (уточнив Ф.И.О., дату рождения), проверить наличие информированного добровольного согласия, начать прием в системе ЕМИАС (при наличии АРМ), объяснить ход процедуры.
- 2.2. Обработать руки гигиеническим способом (при необходимости надеть перчатки).
- 2.3. Попросить пациента освободить от одежды верхнюю часть туловища (до пояса).
- 2.4. Предложить пациенту занять удобное положение (сидя на стуле).
- 2.5. Сантиметровой лентой измерить обхват плеча недоминантной руки и подобрать манжету соответствующего размера.
- 2.6. Измерить артериальное давление сфигмоманометром с фонендоскопом (минимум два раза) методом Короткова на обеих руках и записать результаты в дневнике пациента.
- 2.7. Закрепить манжету на недоминантной руке или на той, где выше артериальное давление. Убедиться в правильном расположении манжеты<sup>30</sup>.
- 2.8. Подключить монитор с помощью кабеля к ПК (если необходимо).
- 2.9. Открыть в компьютерной системе соответствующую программу и внести сведения о пациенте.
- 2.10. Провести контрольное измерение артериального давления, записать в дневник.
- 2.11. Предупредить пациента о начале исследования и отсоединить от ПК.
- 2.12. Оформить дневник пациента и провести подробный инструктаж («Вы ведете обычный образ жизни, специально делать ничего не нужно. Монитор будет измерять давление днем каждые 15 минут, ночью — 30 минут. Во время измерения рука должна быть неподвижна и расслаблена. Исключаются принятие душа и интенсивные физические нагрузки. Необходимо заполнять дневник, в котором вы будете отмечать

ваши время, действия, а также наименование и время приема лекарственных препаратов. Обязательно указать время ночного сна. Завтра в это же время необходимо явиться для снятия прибора и последующего анализа полученных данных»).

- 2.13. Уточнить, все ли понятно пациенту. При возникновении вопросов подробно ответить на них.
- 2.14. Снять перчатки и поместить перчатки в емкость для отходов класса Б (если использовались).
- 2.15. Уточнить у пациента его самочувствие.
- 2.16. Сделать запись о выполнении процедуры в медицинской документации.
- 2.17. Завершить прием в системе ЕМИАС (при наличии АРМ).
- 2.18. На следующий день снять прибор, отсоединив манжету, снять перчатки (проводить в нестерильных перчатках и утилизировать их в емкость для отходов класса Б). Подвергнуть манжету дезинфекции вместе с чехлом. Присоединить монитор с помощью кабеля к ПК, провести перенос информации, нажав на соответствующую кнопку на панели инструментов программы и сохранить полученные данные.

### Нормативно-справочная информация

1. Приказ Минздрава России от 30.11.93 № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации».
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 26 декабря 2016 г. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований».
3. СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».
4. СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 4.

### Распределение данной инструкции

Оригинал — заведующий отделением (кабинетом) функциональной диагностики.

Копия — старшая медицинская сестра отделения (кабинета) функциональной диагностики, медицинская сестра.

### Выполнение рутинной электроэнцефалографии

#### Цель:

— стандартизация методики электроэнцефалографии (ЭЭГ);  
— обеспечение своевременной диагностики.

*Область применения:* кабинеты функциональной диагностики поликлинического, консультативно-диагностических отделений, стационара при обращении пациента по направлению от врача, осуществляющего прием.

<sup>26</sup> Необходимо проверить сроки годности.

<sup>27</sup> Если вы работаете с данным регистратором впервые, **внимательно** ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации. Проверьте целостность!

<sup>28</sup> Дезинфицирующее средство (используемое в данной медицинской организации). Возможно использование дезинфекции низкого уровня. Действует на период пандемии COVID-19 до особого распоряжения.

<sup>30</sup> Расположить манжету на 2–3 см выше локтевого сгиба. Проверить, чтобы между манжетой и поверхностью плеча было расстояние шириной в 2 пальца. Проверить отсутствие перегибов трубки и герметичность всего контура (от манжеты до монитора).

**Ответственность:**

- ответственным лицом за организацию работы в отделении (кабинете) в соответствии с требованиями СОП является заведующий отделением (кабинетом) или врач кабинета;
- ответственным лицом за проведение регистрации ЭЭГ в соответствии с требованиями СОП является медицинская сестра отделения (кабинета);
- контроль соблюдения требований СОП осуществляют старшая медицинская сестра отделения, главная медицинская сестра больницы.

**Основная часть СОП**

**Определение:** электроэнцефалография — метод исследования деятельности головного мозга человека, основанный на регистрации суммарной спонтанной биоэлектрической активности отдельных зон, областей и долей мозга. Главное показание для проведения рутинной ЭЭГ — клиническое подозрение на эпилепсию. ЭЭГ может также использоваться для оценки энцефалопатии (метаболических, инфекционных, дегенеративных) и фокальных мозговых повреждений (церебральный инфаркт, геморрагия, неопластические образования). В педиатрической практике ЭЭГ может помочь определить уровень зрелости мозга.

**1. Подготовительные операции**

- 1.1. Подготовить место для приема пациента.
- 1.2. Перед приемом проверить наличие необходимых ресурсов<sup>31</sup>: аппарат для ЭЭГ<sup>32</sup> и комплектующие (электроды), одноразовая салфетка, бумажные салфетки (полотенца), антисептический раствор или спиртовые салфетки, одноразовые перчатки, дезинфицирующее средство для обработки поверхностей<sup>33</sup>, журналы регистрации исследований.
- 1.3. Необходимо помнить и соблюдать правила техники безопасности.
- 1.4. Медицинский персонал должен быть одет с применением средств индивидуальной защиты 3-го уровня (шапочка, маска, одноразовый халат, перчатки)<sup>34</sup>.

**2. Прием пациентов**

*Подготовительный этап*

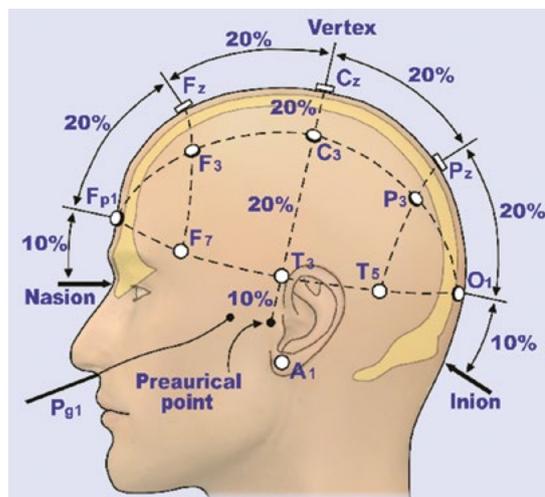
- 2.1. Пригласить пациента в кабинет, представиться, идентифицировать пациента (уточнив Ф.И.О., дату рождения), проверить наличие информированного добровольного согласия, начать прием в системе ЕМИАС (при наличии АРМ), объяснить ход процедуры.
- 2.2. Включить энцефалограф и убедиться в исправности внешнего оборудования (фото- и фоностимуляторов).
- 2.3. Предложить пациенту занять удобное положение в кресле.
- 2.4. Убедиться, что одежда пациента не сдавливает грудную клетку и не стесняет движения, а также голова должна быть чистой, без средств для укладки волос, кремов, масел, а также металлических заколок и резинок для волос.
- 2.5. Задать пациенту вопрос о получаемых препаратах и вре-

мени их последнего приема, внести информацию в протокол исследования.

- 2.6. Обработать руки гигиеническим способом (при необходимости надеть перчатки).
- 2.7. При использовании отдельных мостиковых электродов обработать кожу головы спиртовой салфеткой или антисептиком, затем установить их на голове согласно системе 10–20% и закрепить специальной сеткой-шапочкой. Затем подключить каждый из электродов к разъему энцефалографа.
- 2.8. При использовании электродного шлема: выбрать его размер, соответствующий окружности головы, затем надеть его на голову пациента, убрав волосы из-под контактных площадок электродов. Убедиться, что разъем электродного шлема подключен к соответствующему гнезду на приборе. Используя шприц со специальной (короткой, широкой и тупой) иглой, внести под каждый электрод необходимое количество электропроводного геля.
- 2.9. Убедиться в правильном расположении электродов в соответствии с международной системой «10–20» — проверить положение электродов минимум в трех точках<sup>35</sup>.
- 2.10. Открыть в компьютерной системе соответствующую программу для проведения ЭЭГ и внести сведения о пациенте в память энцефалографа.
- 2.11. Измерить сопротивление под электродами (импеданс), при необходимости улучшить качество контакта электродов с кожей (раздвинуть волосы под электродом, добавить еще гель).

**Выполнение исследования**

- 2.12. Предупредить пациента о начале исследования.
- 2.13. В соответствующей программе включить запись. Установить маркер «фоновая запись» или «глаза закрыты».
- 2.14. Установить фильтры: ФНЧ 0,5 Гц, ФВЧ 70 Гц, отключить и включить режекторный фильтр для дополнительной оценки качества электродного контакта.



<sup>31</sup> Необходимо проверить сроки годности.

<sup>32</sup> Если вы работаете с данным электроэнцефалографом впервые, **внимательно** ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации. Проверьте целостность соединений с электродами!

<sup>33</sup> Дезинфицирующее средство (используемое в данной медицинской организации). Возможно использование дезинфекции низкого уровня.

<sup>34</sup> Действует на период пандемии COVID-19 до особого распоряжения.

<sup>35</sup> Схема расположения электродов для ЭЭГ «10–20». Электроды устанавливаются следующим образом: расстояние между назиемом и инионом принимается за 100%. Первый и последний электроды накладываются на расстояниях, соответствующем 10% общей длины линии. Вертексный (центральный) электрод Cz должен располагаться строго по середине воображаемой линии, соединяющей наружные слуховые проходы. В случае если положение электродов не соответствует системе «10–20», следует использовать электродный шлем другого размера. При использовании ушных электродов закрепить их на мочках ушей.

- 2.15. Оценить качество регистрации кривых, поочередно переключив отображение кривых в референциальном (монополярном), биполярном продольном и биполярном поперечном монтаже. При выявлении электродных артефактов или «соляных мостиков» незначительно изменить положение электродов, протереть голову сухой салфеткой.
- 2.16. Через 1–2 минуты дать команду пациенту «открыть глаза» и через 30 секунд — «закрыть глаза». При необходимости повторить, обозначая каждое действие соответствующими маркерами в программе.
- 2.17. Затем проводится ритмическая фотостимуляция (РФС). Каждую серию стимуляции начинают с открытыми глазами, через 5 секунд дают команду закрыть глаза. Обозначить в программе начало и конец пробы и момент открывания и закрывания глаз пациентом. Противопоказаниями к проведению РФС являются: недавняя отслойка сетчатки, послеоперационный период хирургии на глазах, кератит, мидриаз. При возникновении эпилептиформной активности или эпилептического приступа следует немедленно прекратить пробу, при этом продолжив запись ЭЭГ.
- 2.18. Через 1 минуту после фотостимуляции проводится проба с глубоким дыханием — гипервентиляция. Длительность пробы — 3 минуты. Необходимо обозначить в программе начало и конец пробы. Противопоказаниями к гипервентиляции являются: недавние (в течение последних 12 месяцев) внутричерепное или субарахноидальное кровоизлияние, инфаркт миокарда, плохо контролируемая или нестабильная стенокардия, легочные заболевания, проявляющиеся одышкой в покое, серповидно-клеточная анемия, а также болезнь моямая.
- 2.19. Установить маркер «после гипервентиляции» и в течение 1 минуты, отметить окончание записи «после гипервентиляции».
- 2.20. Продолжать фоновую запись с закрытыми глазами 20 минут.
- 2.21. Завершить исследование и остановить запись, сохранив данные.
- 2.22. По окончании процедуры электроды или шлем снимают,

пациенту предлагают протереть голову сухими или влажными салфетками.

*Завершение*

- 2.23. Отдельные мостиковые электроды или электродный шлем подвергаются обработке (дезинфекции) (замачиванию в теплом растворе бактерицидного мыла с последующим мытьем под проточной водой с использованием специального ершика).
- 2.24. Снять перчатки и поместить перчатки в емкость для отходов класса Б.
- 2.25. Уточнить о самочувствии пациента.
- 2.26. Сделать запись о выполнении процедуры в медицинской документации.
- 2.27. Завершить прием в системе ЕМИАС (при наличии АРМ).

**Нормативно-справочная информация**

1. Приказ Минздрава России от 30.11.93 № 283 «О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации».
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 26 декабря 2016 г. № 997н «Об утверждении Правил проведения функциональных исследований».
3. СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг».
4. СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 4.

**Распределение данной инструкции**

Оригинал — заведующий отделением (кабинетом) функциональной диагностики.

Копия — старшая медицинская сестра отделения (кабинета) функциональной диагностики, медицинская сестра.

**Приложение**  
**Примерный формат оформления**

ГБУЗ «ГКБ № ...»	СТАНДАРТНАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ ПРОЦЕДУРА		НОМЕР:	
			ЛИСТ: 1	ВСЕГО: 4
Техника регистрации электрокардиограммы в амбулаторных условиях			ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ: кабинет функциональной диагностики, кабинет кардиолога, кабинет врача общей практики	
ДЕЙСТВУЕТ С: «_» _____ 20__ г.	ВВОДИТСЯ ВПЕРВЫЕ	ПРИЧИНА ПЕРЕСМОТРА:	ДАТА СЛЕДУЮЩЕГО ПЕРЕСМОТРА: январь 2022 г.	
СОСТАВИЛ:		УТВЕРДИЛ: Руководитель _____ «_» _____ 20__ г.		

Статья поступила / Received 10.11.21  
Поступила после рецензирования / Revised 17.11.21  
Принята в печать / Accepted 20.11.21

**Информация об авторах**

**Пугачев Михаил Васильевич**, медицинский брат кабинета ФД поликлинического отделения<sup>1</sup>, руководитель отдела развития специальности «Функциональная диагностика» Столичного сестринского сообщества. ORCID: 0000-0003-4657-4547.

**About authors**

**Pugachev Mikhail V.**, medical brother<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-4657-4547.  
**Ibatova Olga V.**, doctor of functional diagnostics<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-1394-5460.  
**Korotina Elena V.**, chief medical nurse<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-3887-4374.

**Ибатова Ольга Валерьевна**, врач функциональной диагностики поликлинического отделения<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0003-1394-5460.

**Коротина Елена Владимировна**, главная медицинская сестра<sup>1</sup>. ORCID: 0000-0002-3887-4374.

**Синкин Михаил Владимирович**, к.м.н., старший научный сотрудник, руководитель группы клинической нейрофизиологии отделения неотложной нейрохирургии<sup>2</sup>, заведующий лабораторией инвазивных нейроинтерфейсов НИИ «Технобиомед»<sup>3</sup>. ORCID 0000-0001-5026-0060

**Sinkin Mikhail V.**, Head of the Clinical Neurophysiology Laboratory of the Emergency Neurosurgery Department<sup>2</sup>; head of Laboratory of invasive neurointerfaces of the research institute TechnoBioMed<sup>3</sup>. ORCID: 0000-0001-5026-0060.

<sup>1</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница № 1 имени Н.И. Пирогова» Департамента здравоохранения города Москвы

<sup>2</sup> ГБУЗ «НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗМ г. Москвы», г. Москва

<sup>3</sup> ФГБУ «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», г. Москва

<sup>1</sup> State Budgetary Healthcare Organization 'City Clinical Hospital № 1 named after N.I. Pirogov of the Department of Healthcare of Moscow', Moscow, Russia

<sup>2</sup> Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Evdokimov Moscow State University of Medical Dentistry, Moscow, Russia

**Автор для переписки:** Пугачев Михаил Васильевич.  
E-mail: michelegor\_4@mail.ru

**Contact information:** Pugachev Mikhail V.  
E-mail: michelegor\_4@mail.ru

**Для цитирования:** Пугачев М. В., Ибатова О. В., Коротина Е. В., Синкин М. В. Примерные образцы стандартных операционных процедур, выполняемых работниками среднего звена в отделениях и кабинетах функциональной диагностики. Медицинский алфавит. 2021;(39):53–62. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-53-62>

**For citation:** Pugachev M. V., Ibatova O. V., Korotina E. V., Sinkin V. M. Samples of standard operating procedures performed by mid-level workers in departments and rooms of functional diagnostics. Medical alphabet. 2021;(39):53–62. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-39-53-62>



Подписка

## БЛАНК-ЗАКАЗ на подписку на журнал 2022 год



Название организации (или Ф.И.О.) \_\_\_\_\_

Адрес (с почтовым индексом) \_\_\_\_\_

Телефон: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_ Контактное лицо: \_\_\_\_\_

«Медицинский алфавит». Серия «Современная функциональная диагностика»

Печатная версия 500 руб. за номер, электронная версия любого журнала – 350 руб. за номер.

Присылайте, пожалуйста, запрос на адрес [medalfavit@mail.ru](mailto:medalfavit@mail.ru).

**ООО «Альфмед»**

ИНН 7716213348

Р/с № 40702810738090108773

ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ» г. МОСКВА К/с 3010181040000000225 БИК 044525225

**Годовая подписка** на журнал «Медицинский алфавит». Серия «Современная функциональная диагностика» — 4 выпуска в год 2022. Цена 2000 руб. в год (печатная версия) или 1400 руб. (электронная версия).

### Как подписаться

- Оплатить квитанцию в любом отделении Сбербанка у кассира с получением кассового чека. Журналы высылаются, только если Вы прислали адрес доставки на электронную почту издательства. Отправить скан квитанции с кассовым чеком, выданным кассиром банка, на e-mail: [medalfavit\\_pr@bk.ru](mailto:medalfavit_pr@bk.ru) или [podpiska.ma@mail.ru](mailto:podpiska.ma@mail.ru).
- Оплата через онлайн-банки издательством принимается только на сайте <https://medalfavit.ru/podpiska-na-zhurnaly/> в разделе **Издательство медицинской литературы**.



# Чек-лист и инструкция для врачей, направляющих пациентов с имплантированными искусственными водителями ритма сердца на магнитно-резонансное томографическое исследование (МРТ)

## Первое общественное обсуждение

**Е. В. Первова**

ГБУЗ «ГКБ им. В. М. Буянова ДЗМ», г. Москва

**КАРДИОСТИМУЛЯЦИЯ** — направление современной медицины, предполагающее оказание многоплановой помощи пациентам с различными проблемами сердечного ритма и сократимости. Если раньше она ассоциировалась лишь с хирургическим лечением брадиаритмий любого генеза (имплантацией постоянных электрокардиостимуляторов (ЭКС) и искусственных водителей ритма сердца), то в последние годы значительно расширилось применение имплантируемых антиаритмических устройств. Сегодня кардиостимуляцией охвачены и пациенты, имеющие высокий риск внезапной сердечной смерти из-за развития жизнеугрожающих желудочковых тахикардий (имплантация кардиовертеров дефибрилляторов), а также из-за значительного ослабления сократимости миокарда пациентов, страдающих хронической сердечной недостаточностью (имплантация кардиоресинхронизирующих систем).

За последние 10 лет современные технологии разработки кардиостимуляционных систем шагнули далеко вперед, что привело к уменьшению вероятности повреждения имплантированного устройства, а также к ухудшению клинического состояния пациентов при проведении им магнитно-резонансной томографии (МРТ) [6, 8]. Применение новых технологий уменьшает риски, но не отменяет потенциальную возможность их развития [9]. Исходя из этого все современные имплантируемые кардиостимуляционные устройства условно квалифицированы на две большие группы: «МРТ условно совместимые» (MR conditional) и «МРТ несовместимые» (MR Nonconditional).

Проводимые в мире исследования показали возможность безопасного выполнения МРТ пациентам с обоими типами кардиостимуляционных систем при соблюдении определенных условий, что нашло свое отражение в публикуемых статьях и «Клинических рекомендациях» («Guidelines») научных сообществ [2, 3, 4, 5, 7].

Для упорядочения выполнения этих условий разработаны так называемые чек-листы, пошаговое выполнение контрольных пунктов которых на разных этапах подготовки и проведения исследования позволяет выполнить МРТ пациентам, имеющим как «МРТ условно совместимую систему» стимуляции, так и «МРТ несовместимую систему» [5]. Опираясь на опыт мирового сообщества, в 2020 году российскими экспертами был составлен аналогичный чек-лист в России [1]. Он предназначен для врачей, определяющих показания к проведению МРТ конкретному пациенту с имплантированной системой стимуляции, а также для врачей, задействованных в выполнении данного исследования. Он содержит перечень пунктов действий, рекомендуемых для подготовки, проведения и постсобытийного сопровождения пациента.

5 августа 2021 года по инициативе руководства Российской Ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД) при поддержке Всесоюзного научного общества аритмологов (ВНОА) и Российского общества рентгенологов и радиологов (РОРР) в рамках проходившего курса «Пациенты с имплантированной системой ресинхронизирующей терапии. Многосторонний подход для достижения положительного эффекта» состоялось первое общественное онлайн-обсуждение «Чек-листа и инструкции для врачей, направляющих пациентов с имплантированными искусственными водителями ритма сердца на МРТ (2020)» [1]. Участниками обсуждения стали около 600 врачей из России, Казахстана, Белоруссии, Украины. Были рассмотрены различные стороны вопроса, учтены не только достижения современных технологий, но и особенности организации отечественного здравоохранения, обеспечения юридической помощи врачам РФ.

В качестве экспертов в обсуждении приняли участие приглашенные специалисты разных направлений, в т. ч. лучевой диагностики медицинских центров разного юридического подчинения / общественного статуса, непосредственно выполняющие МРТ-исследования пациентам в г. Москве:

- Александрова Светлана Александровна — к. м. н., врач-рентгенолог отделения компьютерной и магнитно-резонансной томографии рентгенодиагностического отдела, старший научный сотрудник ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева», г. Москва;
- Мершина Елена Александровна — к. м. н., заведующая отделением рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФФМ МГУ им. М. В. Ломоносова, действительный член Российского общества рентгенологов и радиологов (РОРР), Европейского общества рентгенологов (ESR), Европейских обществ по сердечно-сосудистой (ESCR) и торакальной (ESTI) радиологии, г. Москва;
- Журавлев Кирилл Николаевич — заведующий отделением лучевой диагностики ГБУЗ «ГКБ им. И. В. Давыдовского ДЗМ», г. Москва;
- Шутлов Дмитрий Валерьевич — д. м. н., врач функциональной диагностики ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»), г. Москва;
- Первова Екатерина Владимировна — к. м. н., кардиолог, аритмолог, специалист функциональной диагностики высшей категории 2-го кардиохирургического отделения ГБУЗ «ГКБ им. В. М. Буянова ДЗМ», эксперт по программированию и дистанционному мониторингу электронных имплантируемых антиаритмических устройств Всероссийского научного общества аритмологов (ВНОА), эксперт Российского общества холтеровского мониторирования и неинвазивной электрофизиологии (РОХМИНЭ), эксперт Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД), г. Москва.

Главным выводом обсуждения признано возможным проведение пациентам с имплантированными антиаритмическими системами кардиостимуляции МРТ-исследования в России, но при выполнении следующих условий:

- строгое соблюдение показаний к назначению МРТ данной группе пациентов врачами смежных с лучевой диагностикой специальностей (терапевтов, кардиологов, неврологов, хирургов и пр.). Данные специалисты являются инициаторами выполнения МРТ пациенту с ЭКС, понимая исключительную значимость данного метода

исследования в диагностике клинических проблем обследуемого пациента в сравнении с иными методами, и сопровождают пациента на всех этапах — от предварительной подготовки до выполнения исследования;

- необходимость создания при медицинских центрах РФ, берущихся за выполнение МРТ пациенту с имплантированной антиаритмической системой стимуляции, виртуальной мультидисциплинарной команды, состоящей из врачей, специально обученных в плане особенностей проведения и возможных проявлений взаимодействия технических эффектов магнитного резонанса на работу имплантированного пациенту кардиостимулятора, временно объединяющихся на период выполнения пациенту МРТ:

врача, определившего показание к проведению исследования; врача, выполняющего в клинике программирование систем стимуляции; врача, лучевого диагноста;

врача, контролирующего во время исследования состояние пациента и имеющего навыки оказания реанимационного пособия;

- строгое соблюдение требований производителя конкретной имплантированной антиаритмической системы стимуляции пациента в зависимости от ее статуса — «МРТ несовместимой» или «МРТ условно совместимой» (устройство и электроды), необходимых для снижения рисков непреднамеренного повреждения системы стимуляции и клинического состояния пациента на всех этапах подготовки, проведения исследования и в период после МРТ;

- проведение на всех этапах подготовки, выполнения исследования и в период после МРТ тщательной работы по наблюдению за состоянием пациента и имплантированного ему антиаритмического устройства врачами разных специальностей, имеющих специальные знания, практические навыки и официальный допуск;

- после проведения пациенту МРТ необходимо тщательное повторное исследование технического состояния системы кардиостимуляции пациента, придерживаясь сроков, указанных в чек-листе;

- грамотное ведение медицинской документации на всех этапах подготовки, проведение исследования и в период после МРТ;

- наличие юридической поддержки выполнения МРТ пациентам с имплантированными кардиостимуляторами в клинике, обеспечение защиты врачей от возможных необоснованных предъявлений претензий со стороны пациента и/или его родственников.

Специалисты признали насущной проблему распространенной в России боязни медицинского персонала отделений лучевой диагностики в проведении МРТ пациентам с имплантированными системами стимуляции и отсутствие выбора клиник, где МРТ можно было бы выполнить данной категории пациентов. По итогам обсуждения эксперты лучевой диагностики московских клиник

(ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А. Н. Бакулева» (Александрова С. А.); ГБУЗ «ГКБ им. И. В. Давыдовского ДЗМ» (Журавлев К. Н.); МНОЦ МГУ (Мершина Е. А.)) выразили готовность оказать посильную помощь в проведении исследований пациентам с имплантированными системами кардиостимуляции и надежду на расширение числа клиник, выполняющих МРТ пациентам с кардиостимуляторами.

С видеоконтентом общественного обсуждения можно ознакомиться на сайте Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы функциональной и ультразвуковой диагностики. 29–30 октября 2021. Уфа» <https://fdiagnostic.confreg.org/> в разделе «Вебинары. Архив вебинаров 2021 года. 5 августа 2021».

Полный текст «МРТ с ЭКС: Чек-лист и инструкция для врачей, направляющих пациентов с имплантированными искусственными водителями ритма сердца на МРТ» доступен для свободного скачивания на сайте «НПКЦ ДиТ ДЗМ».

#### Список литературы / References

1. МРТ с ЭКС: Чек-лист и инструкция для врачей, направляющих пациентов с имплантированными искусственными водителями ритма сердца на МРТ / сост. Е. В. Первова, Е. А. Мершина // Центр диагностики и телемедицины: сайт. М., 2020. 7 л. URL: <https://tele-med.ai/biblioteka-dokumentov/MRT-s-eks-cheklist-i-instrukciya-dlya-vrachej-napravlyayushih-pacientov-s-implantirovannymi-iskusstvennymi-voditelyami-ritma-serdca-na-mrt> (дата обращения: 10.09.2021)
2. Ревишвили А. Ш., Бойцов С. А., Давтян К. В., и др. Клинические рекомендации по проведению электрофизиологических исследований, катетерной абляции и применению имплантируемых антиаритмических имплантирующих устройств. М. 2017. — URL: [https://vnoa.ru/upload/Recomendation\\_2017\\_30\\_10\\_2017\\_HR.pdf](https://vnoa.ru/upload/Recomendation_2017_30_10_2017_HR.pdf) (дата обращения — 10.09.2021). Revishvili A. Sh., Boytsov S. A., Davtyan K. V. et al. Clinical guidelines for electrophysiological studies, catheter ablation and the use of implantable antiarrhythmic implanting devices. 2017 URL: [https://vnoa.ru/upload/Recomendation\\_2017\\_30\\_10\\_2017\\_HR.pdf](https://vnoa.ru/upload/Recomendation_2017_30_10_2017_HR.pdf) (date accessed: 10.09.2021). (In Russian)
3. Рекомендации по электрокардиостимуляции и сердечной ресинхронизирующей терапии. ESC 2013. Российский кардиологический журнал. 2014; (4):5–63. — DOI: 10.15829/1560-4071-2014-4-5-63 (дата обращения: 10.09.2021). Recommendations for pacing and cardiac resynchronization therapy. ESC 2013. Russian Journal of Cardiology. 2014; (4): 5–63. — DOI: 10.15829 / 1560-4071-2014-4-5-63 (date of access: 10.09.2021). (In Russian)
4. Brignole M., Auricchio A., Baron-Esquivias G. et al. 2013 ESC The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. European Heart Journal. 2013; (34): 2281–2329. — DOI:10.1093/eurheartj/ehf150 (дата обращения: 10.09.2021).
5. Indik J. H., Gimbel J. R., Abe H. et al. 2017 HRS expert consensus statement on magnetic resonance imaging and radiation exposure in patients with cardiovascular implantable electronic devices. Heart Rhythm. 2017; 14(7): e97–153. — DOI:10.1016/j.hrthm.2017.04.025 (дата обращения: 10.09.2021).
6. Kanal E., Barkovich A. J., Bell C. et al. ACR guidance document for safe MR practices: 2007. AJR Am J Roentgenol. 2007; 188(6): 1447–74. — DOI: 10.2214/AJR.06.1616. (дата обращения: 10.09.2021).
7. Lowe M. D., Plummer C. J., Manisty C. H., Linker N. J. Safe use of MRI in people with cardiac implantable electronic devices. Heart. 2015; 0: 1–4. — DOI:10.1136/heartjnl-2015-308495 (дата обращения: 10.09.2021).].
8. Madhavan M., Mulpuru S. K., McLeod Ch. J et al. Advances and Future Directions in Cardiac Pacemakers Part 2 of a 2-Part Series. J Am Coll Cardiol. 2017; 69(2): 211–235. — DOI: 10.1016/j.jacc.2016.10.064 (дата обращения: 10.09.2021).
9. Wollmann C. G., Thudt K., Kaiser B. et al. Safe performance of magnetic resonance of the heart in patients with magnetic resonance conditional pacemaker systems: the safety issue of the ESTIMATE study. J Cardiovasc Magn Reson. 2014; 16(1): 30. — DOI: 10.1186/1532-429X-16-30. (дата обращения: 10.09.2021).



Тепловизионный  
аппаратно-программный  
комплекс

«ДИГНОСИС»<sup>®</sup>

на базе российского медицинского тепловизора «ТВС300-мед»  
и отечественного многоуровневого, многофункционального  
комплекса программ «TVision»\*



Новый уровень медицинского тепловидения,  
соответствующий передовым методам  
инструментальной диагностики.

Использование «облачных» технологий для передачи,  
обработки, анализа и хранения тепловизионных данных  
по результатам обследований. Получение доступа ко  
всем возможностям программного комплекса «TVision»  
с любого устройства, имеющего подключение к сети  
Интернет, без установки дополнительного программного  
обеспечения.

Быстрое и достоверное выявление термографических  
признаков аномальных зон при обследовании пациентов  
в ручном, полуавтоматическом, автоматическом режимах  
работы АПК и оценка эффективности проводимого  
лечения.

Обработка и анализ термограмм  
любых радиометрических форматов,  
полученных с использованием  
тепловизоров отечественного и  
зарубежного производства.



\*Свидетельство Роспатента о государственной  
регистрации программы для ЭВМ № 2018616903

 Dignosys<sup>®</sup>

Производитель ООО «ДИГНОСИС»  
119526, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, д.146, офис 344.

Тел. +7(495) 508 0646 +7(916) 124 7499 [www.dignosys.com](http://www.dignosys.com) [info@dignosys.com](mailto:info@dignosys.com)



# КОМПЛЕКС СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ ЭКГ И АД

# СМАРТ



Design by  
DMS WORLD

- » мониторы для регистрации ЭКГ
- » мониторы для регистрации АД
- » мониторы для одновременной регистрации ЭКГ и АД

ДМС ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
РАЗРАБОТКА ■ ПРОИЗВОДСТВО ■ РЕАЛИЗАЦИЯ ■ СЕРВИС  
7(499) 501-34-35, 7(495) 746-80-22, info@dms-at.ru, www.dms-at.ru