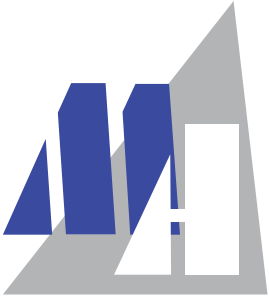


ISSN 2078-5631(Print)
ISSN 2949-2807(Online)

Издается с 2002 года. Включен в Перечень ВАК

Серии научно-практических рецензируемых журналов



Медицинский алфавит

№ 22/2024



Modern Functional
DIAGNOSTICS

MEDICAL ALPHABET
Russian Professional Medical Journal

Современная
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ
ДИАГНОСТИКА (3)

РАСФД



www.medalfavit.ru
www.med-alphabet.com

Научный сайт журнала

www.med-alfabet.com

Медицинский портал издательства

www.medalfavit.ru

Издательство медицинской литературы

ООО «Альфамед»

+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

Руководитель проекта «Современная функциональная диагностика»

Sfd.ma@list.ru

Руководитель отдела продвижения, распространения и выставочной деятельности

Борис Борисович Будович

medalfavit_pr@mail.ru

Журнал включен в Перечень ВАК (IIQ).

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.

К публикации принимаются статьи,
подготовленные в соответствии
с правилами редакции. Редакция не несет
ответственности за содержание рекламных
материалов.

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, теле-, радиовещания
и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства
массовой информации
ПИ № 77-11514 от 04.01.2002.

Подписка: на портале www.medalfavit.ru,
e-mail: podpiska.ma@mail.ru, «Почта России»,
«Урал-Пресс», индекс 014517.

Периодичность: 36 выпусков в год.

Подписано в печать 10.10.2024.

Формат А4. Цена договорная.

© Медицинский алфавит, 2024

Содержание

- 7 **Временные рекомендации Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики по оформлению заключения по результатам спирометрии**
С.Э. Дьякова, М.Ю. Каменева, Л.Д. Кирюхина, Ю.Б. Клюхина, Е.А. Орлова, Ю.Д. Рабик, О.И. Савушкина, П.В. Стручков, М.И. Чушкин, А.В. Черняк
- 14 **Первый опыт интраоперационной эластографии миокарда у кардиохирургических пациентов**
В.А. Сандриков, Э.Р. Чарчян, А.В. Лысенко, Т.Ю. Кулагина, А.Н. Дзеранова, А.В. Новикова, С.В. Фецулова, С.О. Попов
- 20 **Оценка электрофизиологических механизмов желудочковых эктопий при аритмогенной дисплазии правого желудочка**
Л.Ф. Салымова
- 29 **Диагностика снижения сегментарной деформации миокарда левого желудочка у подростка на ранней стадии гипертрофической кардиомиопатии (клиническое наблюдение)**
О.С. Грознова, А.А. Тарасова, Е.Г. Верченко, В.В. Березницкая
- 35 **Роль применения фокусного ультразвукового исследования у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST на этапе первичного осмотра**
А.В. Костин, Д.В. Скрыпник
- 41 **Тепловизионный паспорт здоровья ребенка, занимающегося спортом, как основа динамического контроля его успешности в выбранном виде спорта**
М.Г. Воловик, И.М. Долгов
- 48 **Электроэнцефалография: начало. К столетию первой регистрации Гансом Бергером электроэнцефалограммы**
М.В. Александров, А.М. Александров
- 54 **Загадочный русский гений: к 150-летию со дня рождения н.С. Короткова**
А.Н. Куликов

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

- 3.1.4 Акушерство и гинекология (медицинские науки);
3.1.6 Онкология, лучевая терапия (медицинские науки);
3.1.7 Стоматология (медицинские науки);
3.1.9 Хирургия (медицинские науки);
3.1.12 Анестезиология и реаниматология (медицинские науки);
3.1.18 Внутренние болезни (медицинские науки);
3.1.20 Кардиология (медицинские науки);
3.1.23 Дерматовенерология (медицинские науки);
3.1.24 Неврология (медицинские науки);
3.1.27 Ревматология (медицинские науки);
3.1.29 Пульмонология (медицинские науки);
3.2.1 Гигиена (медицинские науки);
3.2.2 Эпидемиология (медицинские науки);
3.3.8 Клиническая лабораторная диагностика (медицинские науки);

- 3.1.2 Челюстно-лицевая хирургия (медицинские науки);
3.1.17 Психиатрия и наркология (медицинские науки);
3.1.19 Эндокринология (медицинские науки);
3.1.21 Педиатрия (медицинские науки);
3.1.22 Инфекционные болезни (медицинские науки);
3.1.25 Лучевая диагностика (медицинские науки);
3.1.30 Гастроэнтерология и диетология (медицинские науки);
3.1.33 Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (медицинские науки).

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

Образец для цитирования: Остроумова О.Д., Аляутдинова И.А., Остроумова Т.М., Ебзеева Е.Ю., Павлеева Е.Е. Выбор оптимальной стратегии церебропротекции у полиморбидного пациента, перенесшего инсульт. Медицинский алфавит. 2020; (2):15–19. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-2-15-19>.

Journal's Website

www.med-alphabet.com

Publishing House's Website

www.medalfavit.ru

Founder and Editor-in-Chief

Tatyana Siniitska

Alfmed Publishing

+7 (495) 616-48-00

medalfavit@mail.ru

Box 94, Moscow, 129515, Russia

Editorial Office

Office 720, Bldg. 1, 13

Academician Korolev Str.,

Moscow, Russia

Editor-in-Chief

Sergey Petricov,

Corr. Member of RAS, Doctor of Medical

Sciences (habil.), Professor

"Modern Functional Diagnostics"

Project Manager

Sfd.ma@list.ru

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 (IIQ).

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.

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

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

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: 36 issues per year.

Subscription: podpiska.ma@mail.ru
Free price.

Signed for press: 10th October 2024.
© 2024 Medical Alphabet

Contents

- 7 **Temporary recommendations of the Russian Association of Functional Diagnostics Specialists on the registration of a conclusion based on the results of spirometry**
S. Dyakova, L. Kiryukhina, Yu. Klyukhina, E. Orlova, Yu. Rabik, O. Savushkina, P. Struchkov, M. Chushkin, A. Chernyak
- 14 **The first experience of intraoperative myocardial elastography in cardiac surgery patients**
V.A. Sandrikov, E.R. Charchyan, A.V. Lysenko, T.Yu. Kulagina, A.N. Dzeranova, A.V. Novikova, S.V. Fedulova, S.O. Popov
- 20 **Assessment of electrophysiological mechanisms of ventricular ectopia in arrhythmogenic right ventricular dysplasia**
L.F. Salyamova
- 29 **Diagnosis of decreased segmental deformation of the left ventricular myocardium in a teenager at the early stage of hypertrophic cardiomyopathy (clinical observation)**
O.S. Groznova, A.A. Tarasova, E.G. Verchenko, V.V. Bereznietskaya
- 35 **Focus ultrasound in patients with ST-elevation myocardial infarction during initial physical examination**
A.V. Kostin, D.V. Skrypnik
- 41 **Thermal Imaging Health Passport for a Child Engaged in Sports as the Basis for Dynamic Monitoring of Their Success in a Chosen Sport**
M.G. Volovik, I.M. Dolgov
- 48 **Electroencephalography: The Beginning. On the centenary of Hans Berger's first recording of an electroencephalogram**
M.V. Aleksandrov, A.M. Aleksandrov
- 54 **The Mysterious Russian Genius: On the 150th Anniversary of N.S. Korotkov**
A.N. Kulikov

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 PhD and Doctor of Sciences (II q) in the following specialties:

- 3.1.4 Obstetrics and Gynecology (Medical sciences);
- 3.1.6 Oncology, radiation therapy (Medical sciences);
- 3.1.7 Dentistry (Medical sciences);
- 3.1.9 Surgery (Medical sciences);
- 3.1.12 Anesthesiology and resuscitation (Medical sciences);
- 3.1.18 Internal medicine (Medical sciences);
- 3.1.20 Cardiology (Medical sciences);
- 3.1.23 Dermatovenereology (Medical sciences);
- 3.1.24 Neurology (Medical sciences);
- 3.1.27 Rheumatology (Medical sciences);
- 3.1.29 Pulmonology (Medical sciences);
- 3.2.1 Hygiene (Medical sciences);
- 3.2.2 Epidemiology (Medical sciences);
- 3.3.8 Clinical Laboratory Diagnostics (Medical sciences);
- 3.1.2 Oral and Maxillofacial Surgery (Medical sciences);

- 3.1.17 Psychiatry and Narcology (Medical sciences);
- 3.1.19 Endocrinology (Medical sciences);
- 3.1.21 Pediatrics (Medical sciences);
- 3.1.22 Infectious Diseases (Medical sciences);
- 3.1.25 Radiation Diagnostics (Medical sciences);
- 3.1.30 Gastroenterology and Dietology (Medical sciences);
- 3.1.33 Rehabilitation Medicine, Sports Medicine, Exercise Therapy, Balneology and Physiotherapy (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 optimal cerebroprotection strategy for 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 скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» (Москва)

Редакционный совет журнала

Акимкин Василий Геннадьевич («Эпидемиология, инфекционные болезни, гигиена»), д.м.н., проф., акад. 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., заслуженный врач РФ, профессор кафедры, почетный зав. кафедрой анестезиологии и неотложной медицины ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (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., советник директора ФГБУ Научный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени В.И. Кулакова (Москва)

Кулаков Анатолий Алексеевич («Стоматология»), д.м.н., проф., акад. 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 ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента России (Москва)

Орлова Наталья Васильевна («Современная поликлиника»), д.м.н., проф., кафедра поликлинической терапии лечебного факультета ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава РФ (Москва)

Остроумова Ольга Дмитриевна, д.м.н., проф., зав. кафедрой терапии и полиморбидной патологии имени академика М.С. Вовси ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, проф. кафедры клинической фармакологии и пропедевтики внутренних болезней ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет) Минздрава России, проф. кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ (Москва)

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

Сандриков Валерий Александрович, акад. 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 имени Патриса Лумумбы» (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., в.н.с. (Москва)

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

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

Бартош-Зеленая 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)

Каманева 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)

Нарцисова 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. (г. Санкт-Петербург)

Editor-in-Chief

Petricov S.S., Doctor of Medical Sciences (habil.), professor, director of Research Institute of Emergency Care n.a. N.V. Sklifosovsky (Moscow, Russia)

Editorial Board

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

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

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

Balan V.E. (*Modern Gynecology*), DM Sci (habil.), 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 (habil.), professor, Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases (Kemerovo, Russia)

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

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

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

Kruglova L.S. (*Dermatology*), DM Sci (habil.), professor, Central State Medical Academy (Moscow, Russia)

Kuznetsova I.V. (*Modern Gynecology*), DM Sci (habil.), professor, Scientific Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology n.a. V.I. Kulakov (Moscow, Russia)

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

Minushkin O.N. (*Practical Gastroenterology*), DM Sci (habil.), professor, Central State Medical Academy (Moscow, Russia)

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

Ostroumova O.D., DM Sci (habil.), prof., Russian Medical Academy for Continuing Professional Education, First Moscow State Medical University n.a. I.M. Sechenov, Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia (Moscow, Russia)

Padyukov I.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 (habil.), professor, Peoples' Friendship University of Russia n.a. Patrice Lumumba (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)

Drozdov D.V., MD Ph.D. (Moscow)

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

Alekhnin M.N., MD, DMSci, professor (Moscow)

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

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

Ivanov I.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)

Shnayder N.A., MD, DMSci, professor (St. Petersburg)

Временные рекомендации Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики по оформлению заключения по результатам спирометрии

С.Э. Дьякова^{1, 2}, М.Ю. Каменева³, Л.Д. Кирюхина^{4, 5}, Ю.Б. Ключина^{5, 6}, Е.А. Орлова^{7, 6}, Ю.Д. Рабик³, О.И. Савушкина^{8, 9}, П.В. Стручков^{10, 11}, М.И. Чушкин¹², А.В. Черняк^{9, 13}

¹ НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

² ИВ ДПО ФГБУ «МГНЦ»

³ ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации

⁴ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России

⁵ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России

⁶ СПбГБОУ «Санкт-Петербургский педиатрический медицинский университет» Минздрава России

⁷ СПб ГБУЗ Детский Городской Многопрофильный Клинический Центр Высоких медицинских технологий им. К.А. Раухфуса

⁸ ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации

⁹ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА

¹⁰ Академия ПДО ФНКЦ ФМБА России

¹¹ ФГБОУЗ КБ № 85 ФМБА России

¹² ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»

¹³ ГБУЗ «Городская клиническая больница имени Д.Д. Плетнёва Департамента здравоохранения г. Москвы»

РЕЗЮМЕ

В статье представлены краткие рекомендации по контролю качества и составлению протокола спирометрии, рутинного исследования функции внешнего дыхания. В основу положены Российские методические рекомендации по проведению спирометрии, стандарты Американского торакального общества, Европейского респираторного общества. Рекомендации охватывают все этапы спирометрии, от подготовки пациента до интерпретации результатов, и направлены на обеспечение высокого качества и надежности проводимых исследований. Подчеркиваются важность соблюдения стандартов и контроля качества, чтобы гарантировать точность и достоверность результатов спирометрии. Приводятся критерии качества отдельных попыток и пробы в целом, критерии выбора лучшей попытки и рекомендации по оценкам степени нарушений. Также приведены примеры формулирования протокола спирометрии. Рекомендации адресованы врачам функциональной диагностики, пульмонологам, терапевтам, анестезиологам, среднему медицинскому персоналу и направлены на стандартизацию формирования протоколов спирометрии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спирометрия, функции внешнего дыхания, стандарты спирометрии, функциональная диагностика, пульмонология.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Temporary recommendations of the russian association of functional diagnostics specialists on the registration of a conclusion based on the results of spirometry

S. Dyakova, L. Kiryukhina, Yu. Klyukhina, E. Orlova, Yu. Rabik, O. Savushkina, P. Struchkov, M. Chushkin, A. Chernyak

SUMMARY

The article presents concise guidelines for quality control and protocol development for spirometry, a routine test of lung function. Based on Russian methodological recommendations for spirometry, standards of the American Thoracic Society, and the European Respiratory Society, these guidelines cover all stages of spirometry, from patient preparation to result interpretation, aiming to ensure high quality and reliability of the tests performed. The importance of adhering to standards and quality control is emphasized to guarantee the accuracy and reliability of spirometry results. The guidelines provide criteria for the quality of individual attempts and the entire test, criteria for selecting the best attempt, and recommendations for assessing the severity of abnormalities. Examples of formulating spirometry protocols are also given. These recommendations are intended for physicians in functional diagnostics, pulmonologists, therapists, anesthesiologists, medical staff, and aim to standardize the formation of spirometry protocols.

KEYWORDS: spirometry, respiratory functions, spirometry standards, functional diagnostics, pulmonology.

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

1. Начало исследования

Перед началом анализа результатов спирометрии необходимо оценить качество проведения исследования. При наличии в приборах системы оценки качества проведения исследования указывать код качества (А, В... и т. д.) (табл. 1 и 2). При отсутствии таковой проводить оценку качества исследования по визуальным критериям и по тем количественным критериям, которые могут быть представлены в конкретном приборе [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Оценка качества измерения ОФВ₁ и ФЖЕЛ

(Рекомендации по спирометрии 2023 г., утв. РРО, РАСФД и РНМОТ [1]).

Таблица 1
Стандартные коды качества измерений ОФВ₁ и ФЖЕЛ
(отдельно для каждого показателя) у пациентов взрослых
и детей старше 6 лет

Код*	Число попыток	Повторяемость
A	≥ 3 приемлемых	≤ 0,150 л
B	2 приемлемых	≤ 0,150 л
C	≥ 2 приемлемых	≤ 0,200 л
D	≥ 2 приемлемых	≤ 0,250 л
E	≥ 2 приемлемых	> 0,250 л
	1 приемлемая	–
U	0 приемлемых и ≥ 1 допустимых	–
F	0 приемлемых и 0 допустимых	–

* – у разных производителей кодировка качества выполненных исследований может отличаться, например, иметь цифровое обозначение (1, 2, 3 и т. д.).

Таблица 2
Стандартные коды качества измерений ОФВ_{0,75}, ОФВ₁ и ФЖЕЛ
(отдельно для каждого показателя) у детей 6 лет и младше
(показателя) у детей 6 лет и младше

Код	Число попыток	Повторяемость
A	≥ 3 приемлемых	≤ 0,100 л или 10 % от наибольшего значения (ориентируемся на большую величину)
B	2 приемлемых	≤ 0,100 л или 10 % от наибольшего значения (ориентируемся на большую величину)
C	≥ 2 приемлемых	≤ 0,150 л или 10 % от наибольшего значения (ориентируемся на большую величину)
D	≥ 2 приемлемых	≤ 0,200 л или 10 % от наибольшего значения (ориентируемся на большую величину)
E	≥ 2 приемлемых	> 0,200 л или 10 % от наибольшего значения (ориентируемся на большую величину)
	1 приемлемая	–
U	0 приемлемых и ≥ 1 допустимых	–
F	0 приемлемых и 0 допустимых	–

Следует учитывать необходимость выполнения как минимум трех воспроизводимых измерений ЖЕЛ, ФЖЕЛ и ОФВ₁, чтобы различие двух максимальных значений каждого из показателей (ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁) не превышало 0,150 л. При значениях ЖЕЛ менее 0,150 л разница между двумя наибольшими значениями ЖЕЛ не должна превышать 10% ЖЕЛ.

Измерения с кодами А и В соответствуют качественно проведенному измерению, с кодом С – промежуточное значение качества, но могут применяться в клинической практике. Тесты с кодами D и E – сомнительного качества, но могут использоваться при нормальных значениях показателей спирометрии. Тесты с кодами U и F использовать не следует [1, 8].

Сроки возможного проведения спирометрии после перенесенных заболеваний сердечно-сосудистой системы, болезней органов дыхания, ЛОР органов, органов зрения указаны в Методических рекомендациях по спирометрии 2003 г., утвержденные РРО, РАСФД, РНМОТ [1].

Индивидуальные показания и противопоказания к проведению спирометрии определяются по результатам анализа клинической картины заболевания у конкретного пациента в конкретное время.

Необходимо сопоставить важность диагностической информации, получаемой с помощью метода спирометрии с возможным риском осложнений.

Главное – не навредить пациенту.

В случае острой вирусной инфекции исследование можно проводить после полного выздоровления.

2. Оценка показателей спирометрии.

Должные величины

Возможно использование любых систем должных величин (по Клементу Р.Ф. и соавт., 1986 г; Zapletal A., 1987, Ширяевой И.С. и соавт., 1990 г; Европейского сообщества стали и угля (ESCS-1993), 1993 г; GLI-2012; GLI-2021). Рекомендуется постепенное расширение использования системы должных GLI-2012 (должные величины для ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОФВ₁/ФЖЕЛ, ОФВ_{0,75}, ОФВ_{0,75}/ФЖЕЛ и скоростных показателей) и GLI-2021 (должные величины ЖЕЛ и емкости вдоха), особенно у лиц старше 70 лет и моложе 30 лет.

Если ранее результаты оценивались по другим системам должных величин, то необходимо представить два заключения, сравнив динамику показателей по «старой» системе и дать новое заключение по системе GLI-2012 и GLI-2021.

В случае отсутствия в приборах системы должных величин GLI-2012, GLI-2021 и z-оценки рекомендуется использование онлайн калькуляторов [9].

Предлагаемые калькуляторы:

- 1) Spirolan (Каменева М.Ю. и соавт., 2023)
<https://spiroalan.ru/spirocalc/>.

Калькулятор позволяет рассчитать должную величину, процент отклонения величин от должной, нижнюю границу нормы и z-оценку одновременно по четырем системам должных величин: Клемент Р.Ф. и соавт., 1986 г; Ширяевой И.С. и соавт., 1990 г. (для детей); ESCS-1993; GLI-2012 и GLI-2021, а также распечатать таблицу с этими данными.

- 2) Возможно использование и других калькуляторов, предлагаемых Европейским респираторным обществом – ERS (можно скачать на сайте ERS), в частности: <https://gli-calculator.ersnet.org/index.html>.

При отсутствии возможности автоматического получения значений z-оценки могут быть использованы таблицы примерного соответствия отклонений показателей в процентах к должной величине и z-шкалы (актуальны для должных величин Р.Ф. Клемента и соавт., 1986 г.), соответственно для мужчин старше 18 лет (табл. 3) и женщин старше 18 лет (табл. 4) [9]. Однако следует иметь в виду, что предлагаемые критерии менее точны в сравнении

Таблица 3

Границы нормы и оценка выраженности отклонений от нормы основных показателей спирометрии для мужчин старше 18 лет в соответствии с системой должных величин Клемента Р.Ф. и соавт.

Показатель	Норма	Условная норма	Выраженность отклонений			SD
			Умеренная	Значительная	Резкая	
	z-оценка ≥ -1,000	-1,645 ≤ z-оценка < -1,000	-2,500 ≤ z-оценка < -1,645	-4,000 ≤ z-оценка < -2,500	z-оценка < -4,000	
ЖЕЛ, % долж	≥ 88,6	81,3–88,5	71,5–81,2	54,4–71,4	< 54,4	11,4
ФЖЕЛ, % долж	≥ 87,5	79,5–87,4	68,8–79,4	50,0–68,7	< 50,0	12,5
ОФВ ₁ , % долж	≥ 87,8	80,0–87,7	69,5–79,9	51,2–69,4	< 51,2	12,2
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, % долж	≥ 90,4*	84,2–90,3	–	–	–	9,6

* – значения ОФВ₁/ЖЕЛ приведены в % должной величины.

Таблица 4

Границы нормы и оценка выраженности отклонений от нормы основных показателей спирометрии для женщин старше 18 лет в соответствии с системой должных величин Клемента Р.Ф. и соавт.

Показатель	Норма	Условная норма	Выраженность отклонений			SD
			Умеренная	Значительная	Резкая	
	z-оценка ≥ -1,000	-1,645 ≤ z-оценка < -1,000	-2,500 ≤ z-оценка < -1,645	-4,000 ≤ z-оценка < -2,500	z-оценка < -4,000	
ЖЕЛ, % долж	≥ 86,7	78,2–86,6	66,8–78,1	46,8–66,7	< 46,8	13,3
ФЖЕЛ, % долж	≥ 85,6	76,3–85,5	64,0–76,2	42,4–63,9	< 42,4	14,4
ОФВ ₁ , % долж	≥ 86,2	77,4–86,1	65,5–77,3	44,8–65,4	< 44,8	13,8
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, % долж	≥ 91,3*	85,8–91,2	–	–	–	8,7

* – значения ОФВ₁/ЖЕЛ приведены в % должной величины.

с индивидуально рассчитываемой z-оценкой и являются компромиссным решением в ситуациях, когда ни замена оборудования, ни обновление программного обеспечения неосуществимы.

Однако следует подчеркнуть, что использовать предложенные таблицы можно только при условии интерпретации результатов с помощью должных величин Р.Ф. Клемента и соавт., 1986 г.

В заключении по результатам исследования следует **обязательно указывать систему должных**, которая применялась для интерпретации результатов и способ оценки отклонения показателей (в процентах к должной величине и/или z-оценка).

3. Оценка степени отклонения показателей от должных величин

Возможно два способа оценки отклонения величины любого измеренного показателя от должной величины: 1) в процентах к должной величине, 2) по z-шкале (z-критерий). Z-оценка дает более адекватную характеристику отклонения каждого показателя от должной величины с учетом возрастных, половых, этнических особенностей пациента.

Рекомендуется постепенный переход от оценки отклонения в процентах к должной величине к оценке по z-критерию (табл. 5) [1].

Обструктивные нарушения диагностируются по снижению ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) у взрослых, у детей может быть использован показатель ОФВ_{0,75}/ФЖЕЛ.

В Клинических рекомендациях по бронхиальной астме (2021 г.) и хронической обструктивной болезни легких (2021 г.), утвержденных Министерством здравоохране-

Таблица 5

Оценка выраженности снижения показателей спирометрии по z-оценке

Выраженность отклонений	Диапазон значений z
Норма	-1,645 ≤ z-оценка ≤ +1,645
Легкая*	-2,500 ≤ z-оценка < -1,645
Средняя	-4,000 ≤ z-оценка < -2,500
Тяжелая	z-оценка < -4,000

* – в отечественной литературе чаще используются градации, предложенные Л.А. Шиком и Н.Н. Канаевым: умеренная, значительная и резкая; им эквивалентны варианты из англоязычных источников: умеренная степень соответствует легкой, значительная – средней, резкая – тяжелой. Рекомендуется в одном и том же подразделении функциональной диагностики использовать одни и те же названия выраженности отклонений.

ния Российской Федерации, для диагностики бронхиальной обструкции указан фиксированный критерий ОФВ₁/ФЖЕЛ, равный 70%. Оценивать снижение ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ) по z-оценке (z-оценка < -1,645) следует с осторожностью, постепенно накапливая собственный опыт и сопоставляя с клиническими данными.

Степень выраженности обструктивных нарушений оценивается по степени уменьшения ОФВ₁ (по z-оценке).

Обструктивные нарушения легкой степени могут диагностироваться при нормальных значениях ОФВ₁ (z-оценка ≥ -1,645) и сниженном соотношении ОФВ₁/ЖЕЛ (ОФВ₁/ФЖЕЛ): при использовании z-оценки – значение z-оценки < -1,645.

При отсутствии автоматического расчета z-критерия возможно его определение с использованием вышеупомянутых калькуляторов.

По возможности следует указывать степень отклонения показателей двумя способами: в процентах к должной величине (как это было принято ранее) и по z-критерию для накопления личного опыта.

В случае наличия ведомственных нормативных документов по оценке результатов исследования следует продолжать руководствоваться этими нормативными документами до внесения соответствующих изменений в эти нормативные документы.

Рекомендуется постепенный переход к оценке всех показателей спирометрии по единой системе: 3 градации отклонений от нормы по z-оценке. Этот подход позволяет отличить нормальные значения показателя от его патологических значений и определить выраженность выявленных патологических отклонений любого показателя спирометрии, включая значения ЖЕЛ, емкости вдоха, ФЖЕЛ, $ОФВ_1$, $СОС_{25-75}$ и других скоростных показателей кривой «поток-объем».

Предложенные ATS/ERS 2005 г. 5 градаций отклонений $ОФВ_1$ можно использовать преимущественно для оценки выраженности обструктивных изменений. Оценить есть ли обструкция дыхательных путей на основании снижения показателя $ОФВ_1$ нельзя (факт наличия обструктивных нарушений устанавливается по снижению показателей $ОФВ_1/ЖЕЛ$ или $ОФВ_1/ФЖЕЛ$).

4. Оценка наличия обструкции дыхательных путей

Наличие обструкции дыхательных путей устанавливается по снижению показателя $ОФВ_1/ЖЕЛ$ или $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ [1, 2, 3, 4, 5, 6] ниже нижней границы нормы.

Рекомендуется постепенный переход на оценку всех показателей, в том числе и $ОФВ_1/ЖЕЛ$ и $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ по z-шкале (z-оценка менее -1,645). $ОФВ_1$ делится на наибольшее значение из ЖЕЛ и ФЖЕЛ.

В случае снижения показателя $ОФВ_1/ЖЕЛ$ или $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ ниже нижней границы нормы и при этом значение показателя $ОФВ_1$ соответствует норме (z-оценка $\geq -1,645$), следует отмечать обструкцию дыхательных путей легкой степени.

Если методически рассчитывается только один из этих показателей, то ориентироваться на него.

5. Оценка результатов бронходилатационного теста

Оценку результатов бронходилатационного теста проводить в соответствии с Клиническими рекомендациями по бронхиальной астме (2021 г.) хронической обструктивной болезни легких (2021 г.). Тест считается положительным в случае прироста $ОФВ_1$ (или ФЖЕЛ) не менее 12% к исходному значению и одновременно не менее 200 мл – у взрослых лиц [1, 2, 10].

В заключении следует указывать степень прироста каждого показателя ($ОФВ_1$ и ФЖЕЛ) и отражать насколько изменились показатели спирометрии: уменьшилась выраженность обструкции дыхательных путей или после ингаляции бронходилататора показатели проходимости дыхательных путей нормализовались.

В случае прироста $ОФВ_1$ менее 200 мл тест расценивается как отрицательный и расчет процента изменения показателя можно не проводить.

В случае прироста $ОФВ_1$ более 200 мл, но менее 12% бронходилатационный тест расценивается как отрицательный, но указывается прирост показателя на соответствующую величину.

У детей тест считается положительным в случае прироста $ОФВ_1$ или $ОФВ_{0,75}$ не менее 12% к исходной величине без оценки его абсолютного прироста [10, 11].

Дозы препаратов и название препарата должны быть указаны лечащим врачом в направлении на исследование. Рекомендуется использовать препараты: Сальбутамол (1 ингаляционная доза – 100 мкг), или по показаниям – Ипратропия бромид (1 ингаляционная доза 20 мкг).

В зависимости от возраста пациента рекомендуются дозы:

- детям до 7 лет – 1 доза (любого препарата),
- детям в возрасте 7–12 лет – 2 дозы,
- детям старше 12 лет и у взрослых – 4 дозы.

У детей и у лиц пожилого возраста дозы желательно согласовывать с лечащим врачом.

У конкретного пациента дозы препараты могут быть изменены в соответствии с клиническими показаниями и противопоказаниями и согласованы с лечащим врачом.

По рекомендациям ATS/ERS в 2022 г., бронходилатационный тест считается положительным, если относительный прирост $ОФВ_1$ или ФЖЕЛ составляет 10% и более от должного значения показателя. Однако этот подход пока не принят в нашей стране. Предлагается набирать собственный опыт по использованию этого способа оценки бронходилатационного теста.

По изменению других показателей: $ОФВ_1/ЖЕЛ$, $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, скоростных – бронходилатационный тест НЕ оценивается.

При проведении бронходилатационного теста целесообразно использовать спейсер, который позволяет уменьшить токсическое воздействие крупнодисперсной взвеси аэрозоля и облегчить синхронизацию впрыскивания аэрозоля и момента вдоха.

Санитарная обработка спейсера (дезинфекция и стерилизация) проводится по правилам обработки много razовых мундштуков.

6. Оценка скоростных показателей

Оценка скоростных показателей имеет смысл только при условии КАЧЕСТВЕННОГО выполнения пробы ФЖЕЛ, когда соблюдены необходимые критерии качественного начала, продолжения и завершения пробы, к основным из которых можно отнести следующие:

- достижение ПОС в первые 100 мс форсированного выдоха,
- обратно-экстраполированный объем не более 100 мл и/или 5% ФЖЕЛ,
- отсутствует деформация кривой поток-объем из-за кашля, подвдыхания, закрытия мундштука языком, утечки воздуха из углов рта и др.,
- в конце форсированного выдоха на кривой объем-время формируется плато, продолжительность которого, желательно, чтобы составляла не менее 1 с,
- удобным критерием является длительность ФЖЕЛ не менее 6 с у взрослых, хотя его выполнение мало-пригодно у молодых лиц и не указано в рекомендациях 2019 г. [10].

Оценку степени отклонения скоростных показателей от должных целесообразно проводить по z-оценке.

Оценка скоростных показателей может иметь клинический интерес и вынесена в заключение.

Наиболее доказано клиническое значение снижения показателя СОС_{25-75} [4].

7. Оценка динамики показателей спирометрии

Если при обследовании пациента в разное время использовались разные системы должных величин и разные критерии оценки (в процентах к должной величине или по z-оценке), то для оценки динамики показателей целесообразно приводить оценку и по старой системе, и по новой, указав по какой системе должных проводилась оценка. Описание динамики показателей должно включать как изменение абсолютной величины параметра, так и относительной: либо по z-критерию, либо в процентах от должной величины показателя. Динамику оценивают по одной и той же системе должных величин с использованием одних и тех же градаций отклонения показателей от нормы.

Это необходимо для исключения демонстрации ложной динамики показателей вследствие перехода на другую систему должных величин [12].

8. Заключение по исследованию

В заключении обязательно должна быть указана система должных величин, на основе которой построено заключение, а также должно быть указано, что оценка результатов проведена по z-критерию, если таковая проводилась. При возможности в таблице параметров указываются критерии качества исследования.

Пример формулировки заключения по результатам спирометрии:

Оценка проведена по системе должных Р.Ф. Клемента и соавт., 1986 г., по z-оценке.

До бронходилататора: Умеренное снижение ЖЕЛ (ФЖЕЛ). Значительные обструктивные нарушения вентилиации. Бронходилатационный тест с сальбутамолом (ДАИ, 400 мкг) – положительный. Прирост ОФВ₁ на 0,220 л (13% к исходной величине), прирост ФЖЕЛ 0,130 л (9% к исходной величине). После бронходилататора: ФЖЕЛ в пределах нормы. Умеренные обструктивные нарушения вентилиации.

Доктор вправе дополнить заключение дополнительной информацией, которая с его точки зрения, имеет клиническое значение.

Список литературы / References

1. Каменева М.Ю., Черняк А. В., Айсанов З. Р. и др. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов. Межрегиональная общественная организация «Российское респираторное общество», Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики», Общероссийская общественная организация «Российское научно-медицинское общество терапевтов». Пульмонология. 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/08690189-2023-33-3-307-340
2. Kameneva M.Yu., Chernyak A.V., Aisanov Z. R., etc. Spirometry: a methodological guide for conducting research and interpreting the results. Interregional public organization «Russian Respiratory Society», All-Russian public organization «Russian Association of Functional Diagnostics Specialists», All-Russian public organization «Russian Scientific and Medical Society of Therapists». Pulmonology. 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/08690189-2023-33-3-307-340.
3. Graham B.L., Steenbruggen L., Miller M.R. et al. Standardization of spirometry 2019. Update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2019; 200 (8): e70–88. DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
4. Levy M.L., Quanjer P.H., Booker R. et al. Diagnostic spirometry in primary care: Proposed standards for general practice compliant with American Thoracic Society and European Respiratory Society recommendations. Prim. Care Resp. J. 2009; 18 (3): 130–147. DOI: 10.4104/pcrj.2009.00054.
5. Stanojevic S., Kaminsky D.A., Miller M.R. et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. Eur. Respir. J. 2022; 60 (1): 2101499. DOI: 10.1183/13993003.01499-2021.
6. Кирюхина Л. Д., Стручков П. В. Стандартизация спирометрии: что нового в обновлении 2019 года. Часть 1. Медицинский алфавит. 2020; (9): 9–14. DOI: 10.33667/2078-5631-2020-9-9-14.
7. Kiryukhina L. D., Struchkov P. V. Standardization of spirometry: what's new in the 2019 update. Part 1. Medical Alphabet. 2020; (9): 9–14. DOI: 10.33667/2078-5631-2020-9-9-14.
8. Кирюхина Л. Д., Стручков П. В. Стандартизация спирометрии: что нового в обновлении 2019 года. Часть 2. Медицинский алфавит. 2020; (14): 10–18. DOI: 10.33667/2078-5631-2020-14-10-18.
9. Kiryukhina L. D., Struchkov P. V. Standardization of spirometry: what's new in the 2019 update. Part 2. The Medical Alphabet. 2020; (14): 10–18. DOI: 10.33667/2078-5631-2020-14-10-18.
10. Каменева М. Ю. Новые международные рекомендации по интерпретации легочных функциональных тестов (Часть 1). Медицинский алфавит. 2022; (20): 16–22. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-20-16-22>.
11. Kameneva M. Y. New international recommendations for the interpretation of pulmonary functional tests (Part 1). Medical Alphabet. 2022; (20): 16–22. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-20-16-22>.
12. Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Стручков П.В. Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии. Часть 1. Правила проведения исследования и критерии его качества. Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика. 2023; (22), № 3: 7–18. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-22-7-18>.
13. Kameneva M.Yu., Kiryukhina L.D., Struchkov P.V. Updated domestic recommendations on spirometry. Part 1. Rules for conducting research and criteria for its quality. The medical alphabet. Modern functional diagnostics. 2023; (22), № 3: 7–18. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-22-7-18>.
14. Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Стручков П.В. Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии. Часть 2. Оценка результатов спирометрии. Комментарии и предложения по использованию. Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика 2024; (6) № 1: 7–15. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-7-15>.
15. Kameneva M.Yu., Kiryukhina L.D., Struchkov P.V. Updated domestic recommendations on spirometry. Part 2. Evaluation of spirometry results. Comments and suggestions for use. The medical alphabet. Modern functional diagnostics 2024; (6) No. 1: 7–15. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-6-7-15>.
16. Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Стручков П.В. Обновленные отечественные рекомендации по спирометрии. Часть 3. Проведение и оценка результатов бронходилатационного теста. Особенности проведения спирометрии у детей. Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика 2024; (15) № 2: 8–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-15-8-12>.
17. Kameneva M.Yu., Kiryukhina L.D., Struchkov P.V. Updated domestic recommendations on spirometry. Part 3. Conducting and evaluating the results of the bronchodilation test. Features of spirometry in children. The medical alphabet. Modern functional diagnostics 2024; (15) № 2: 8–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-15-8-12>.
18. Дьякова С. Э., Орлова Е. А., Ключина Ю. Б., Кудинова Т. В. Современные методы оценки функционального состояния бронхолегочной системы у детей (Часть 1. Методики, основанные на изучении спокойного (нефорсированного) дыхания у детей). Медицинский алфавит. 2022; (20): 52–60. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-20-52-60>.
19. Dyakova S. E., Orlova E. A., Klyukhina Yu. B., Kudinova T. V. Modern methods for assessing the functional state of the bronchopulmonary system in children (Part 1. Methods based on the study of calm (non-forced) breathing in children). Medical Alphabet. 2022; (20): 52–60. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-20-52-60>.
20. Стручков П.В., Кирюхина Л.Д., Дроздов Д.В., Шельякина С.П., Маничев И.А. Должные величины при исследовании функции внешнего дыхания. Разные должные – разные заключения? Медицинский алфавит. 2021; (15): 22–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-15-22-26>.
21. Struchkov P.V., Kiryukhina L.D., Drozdov D.V., Shchelykalina S.P., Manichev I.A. Proper values in the study of the function of external respiration. Different due – different conclusions? Medical Alphabet. 2021; (15): 22–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-15-22-26>.

Статья поступила / Received 12.09.2024
Получена после рецензирования / Revised 27.09.2024
Принята в печать / Accepted 27.09.2024

Информация об авторах

Дьякова Светлана Эвальдовна^{1,2}, к.м.н., врач функциональной диагностики, врач-пульмонолог, доцент кафедры болезней дыхательной системы
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3445-4903>

Каменева Марина Юрьевна³, д.м.н., врач функциональной диагностики, ведущий научный сотрудник
SPIN-код: 9810-9636. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8485>

Кирюхина Лариса Дмитриевна^{4,5}, к.м.н., зав. отделением функциональной и ультразвуковой диагностики, ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории функциональных методов исследования
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Клюхина Юлия Борисовна^{6,7}, к.м.н., пульмонолог, врач-функциональной диагностики, доцент кафедры детских болезней
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2280-8436>

Орлова Елена Антоновна^{7,8}, к.м.н., врач функциональной диагностики отделения функциональной диагностики
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3128-980X>

Рабик Юлия Дмитриевна⁹, к.м.н., врач функциональной диагностики, заведующая отделением функциональной диагностики
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7114-8489>

Савушкина Ольга Игоревна^{8,9}, к.б.н., заведующий отделением исследований функции внешнего дыхания центра функционально-диагностических исследований; старший научный сотрудник лаборатории функциональных и ультразвуковых методов исследования
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7486-4990>

Стручков Петр Владимирович¹⁰, д.м.н., профессор, зав. кафедрой клинической физиологии и функциональной диагностики
SPIN-код: 6093-0782. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8203-5121>

Чушкин Михаил Иванович¹², д.м.н., ведущий научный сотрудник
SPIN-код: 2568-6781. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8263-8240>

Черняк Александр Владимирович^{8,9}, к.м.н., заведующий лабораторией функциональных и ультразвуковых методов исследования, врач функциональной диагностики отделения функциональной и ультразвуковой диагностики
AuthorID: 687383. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-5504>

¹ НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова

² ИВ ДПО ФГБУ «МГНЦ»

³ ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации

⁴ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России

⁵ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России

⁶ СПбГБОУ «Санкт-Петербургский педиатрический медицинский университет» Минздрава России

⁷ СПб ГБУЗ Детский Городской Многопрофильный Клинический Центр Высоких медицинских технологий им. К.А. Раухфуса

⁸ ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации

⁹ ФГБУ «Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА

¹⁰ Академия ПДО ФНКЦ ФМБА России

¹¹ ФГБОУЗ КБ № 85 ФМБА России

¹² ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»

¹³ ГБУЗ «Городская клиническая больница имени Д.Д. Плетнёва Департамента здравоохранения г. Москвы»

Контактная информация:

Стручков Петр Владимирович. E-mail: struchkov57@mail.ru

Author information

S. Dyakova

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3445-4903>

M. Kameneva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8485>

L. Kiryukhina

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Yu. Klyukhina

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2280-8436>

E. Orlova

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3128-980X>

Yu. Rabik

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7114-8489>

O. Savushkina

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7486-4990>

P. Struchkov

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8203-5121>

M. Chushkin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8263-8240>

A. Chernyak

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2001-5504>

Contact information

P. Struchkov. E-mail: struchkov57@mail.ru

Для цитирования: Дьякова С.Э., Каменева М.Ю., Кирюхина Л.Д., Клюхина Ю.Б., Орлова Е.А., Рабик Ю.Д., Савушкина О.И., Стручков П.В., Чушкин М.И., Черняк А.В. Временные рекомендации российской ассоциации специалистов функциональной диагностики по оформлению заключения по результатам спирометрии. Медицинский алфавит. 2024;(22):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-7-12>

For citation: Dyakova S., Kameneva M., Kiryukhina L., Klyukhina Yu., Orlova E., Rabik Yu., Savushkina O., Struchkov P., Chushkin M., Chernyak A. Temporary recommendations of the Russian association of functional diagnostics specialists on the registration of a conclusion based on the results of spirometry. Medical alphabet. 2024;(22):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-7-12>



Первый опыт интраоперационной эластографии миокарда у кардиохирургических пациентов

В.А. Сандриков, Э.Р. Чарчян, А.В. Лысенко, Т.Ю. Кулагина, А.Н. Дзеранова, А.В. Новикова, С.В. Фецулова, С.О. Попов

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского» Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Целью работы было изучение возможности применения интраоперационной эластографии для определения жесткости миокарда левого желудочка. **Материал и методы.** Интраоперационно эластография выполнена у 6 пациентов с изолированным аортальным стенозом и расслаивающей аневризмой восходящей аорты с аортальной недостаточностью. Три пациента оперированы с заменой аортального клапана на механические протезы (SIM-19) и трое были оперированы с заменой восходящего отдела аорты на искусственный протез с протезированием аортального клапана (операция Девиды). Средний возраст пациентов составил 42±9 лет (42–53) года. Все пациенты оперированы в условиях искусственного кровообращения. Первоначально эластография оценивалась на работающем сердце, а затем на полном искусственном кровообращении. Исследование выполняли на ультразвуковом приборе ВК5000 с интраоперационным датчиком типа «клюшка» с частотой 7,5–15 МГц, усилением 1,6 Дб, разрешением 127 Гц. Оценивали коэффициент деформации. Программу для визуализации выставляли как для «нейрохирургии» с частотой 15 МГц. Визуализацию выполняли в В-режиме с последующим получением эластографии сдвиговой волны с расчетом коэффициента деформации. **Результаты.** Оценивали волновую эластографию при различной патологии сердца с различной толщиной миокарда. Было обнаружено, что жесткость в исследуемых участках миокарда различная. Так, у пациентов с аортальным стенозом атеросклеротического типа и градиентом давления более 100 мм рт. ст., коэффициент деформации увеличен, в соответствии с толщиной миокарда, и составлял 3,81–4,06, а у пациентов с дилатацией корня аорты и аортальной недостаточностью коэффициент деформации составил 1,64–2,9. **Заключение.** Интраоперационная оценка коэффициента деформации миокарда левого желудочка возможна только на остановленном сердце и дает представление о состоянии сердечной мышцы с возможностью мягких и жестких участков. Эластография сдвиговой волной предоставляет информацию об упругости и твердости ткани, что косвенно отражает вязкость миокарда. Это исследование было направлено на проверку методики оценки характеристики эластичности миокарда левого желудочка на перегрузку миокарда давлением (аортальный стеноз) и объемом при дилатации корня аорты с аортальной недостаточностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: интраоперационная эластография, миокард, коэффициент деформации.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The first experience of intraoperative myocardial elastography in cardiac surgery patients

V.A. Sandrikov, E.R. Charchyan, A.V. Lysenko, T.Yu. Kulagina, A.N. Dzeranova, A.V. Novikova, S.V. Fedulova, S.O. Popov

Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russia

SUMMARY

The goal the work was to study the possibility of using elastography on an open heart to determine the stiffness of the left ventricular myocardium. **Material and methods.** Intraoperative elastography was performed in 6 patients with isolated aortic stenosis and dissecting aneurysm of the ascending aorta with aortic insufficiency. Three patients underwent surgery to replace the aortic valve with mechanical prostheses (SIM-19) and three were operated to replace the ascending aorta with an artificial prosthesis with aortic valve replacement (David's operation). The average age of the patients was 42±9 years (42–53) years. All patients underwent surgery under conditions of artificial blood circulation. Initially, elastography was evaluated on a working heart, and then on full artificial circulation. The study was performed on a VK 5000 ultrasound device with an intraoperative (stick) type sensor at a frequency of 7.5–15 Mhz, gain of 1.6 Db, resolution of 127 hz. The deformation coefficient was evaluated. The imaging program was exposed as for neurosurgery with a frequency of 15 Mhz. Visualization was performed in B-mode, followed by obtaining shear wave elastography with calculation of the deformation coefficient. **Results.** Wave elastography was evaluated for various heart pathologies with different myocardial thickness. It was found that the stiffness in the studied areas of the myocardium is different. Thus, in patients with atherosclerotic aortic stenosis and a pressure gradient of more than 100 mmHg, the deformation coefficient was increased, in accordance with the thickness of the myocardium and amounted to 3.81–4.06, and in patients with aortic root dilation and aortic insufficiency, the deformation coefficient was 1.64–2.9. **Conclusion.** Intraoperative assessment of the left ventricular myocardial deformation coefficient is possible only on a stopped heart and gives an idea of the state of the heart muscle with the possibility of soft and hard areas. Shear wave elastography provides information about the elasticity and hardness of the tissue, which indirectly reflects the viscosity of the myocardium. This study was aimed at verifying the methodology for assessing the characteristics of the elasticity of the left ventricular myocardium for myocardial overload by pressure (aortic stenosis) and volume in case of a dissecting aortic aneurysm with aortic insufficiency.

KEYWORDS: intraoperative elastography, myocardium, strain coefficient.

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

Введение

Эластография миокарда – метод отслеживания спеклов, был предложен для оценки деформации сердца с целью выявления различий в вязкоупругих свойствах сердечной мышцы [1]. В 2020 году в США начаты исследования миокарда интраоперационно с помощью эластографии у кардиохирургических пациентов (Клиническое испытание NCT02051920 – Кардиоэластография: исследование в интраоперационной кардиохирургии (REA-FO)).

Современный подход к количественной оценке функции миокарда основан на измерении напряжения миокарда с помощью ультразвуковой визуализации, компьютерной томографии. Однако, методы визуализации деформации миокарда сильно зависят от частоты сердечных сокращений, нарушения ритма, давления в полостях сердца, ишемической и клапанной патологии, в зависимости от видов перегрузки сердца. В связи с этим, интерпретация деформации миокарда остается достаточно сложной в клинической практике. Чтобы определить независимое механическое свойство миокарда, такое как жесткость, необходимо оценивать распределение напряжений в период сердечного цикла [2]. К сожалению, такие измерения не всегда возможны.

В практике в оценке деформации в режиме реального времени достаточно надежен ультразвук, в тоже время преимущество МРТ заключается в том, что метод чувствителен к движению в трех измерениях, что особенно важно в исследовании эластографии. Однако МР-эластография от длительного времени сканирования теряет взаимосвязь с электрокардиограммой, что приводит к неточности измерения [3]. Однако многие исследования деформации миокарда эластографией вызывают сомнения в точности их получения из-за динамического сокращения сердца [3 и 4]. В связи с этим, целью работы послужила попытка оценить коэффициент деформации миокарда интраоперационно на остановленном кровообращении.

Материал и методы

Интраоперационно обследовано 6 пациентов с патологией сердца. Три пациента были с аортальным стенозом, три пациента – с дилатацией корня аорты, двустворчатым аортальным клапаном и аортальной недостаточностью 3 степени. Оценивали стенку аорты, миокард левого желудочка. Все пациенты оперированы в условиях искусственного кровообращения и холодовой кардиopleгии. Первоначально эластография оценивалась на работающем сердце, а затем на остановленном во время искусственного кровообращения. В одном случае интраоперационно после выполнения коррекции патологии датчик вводился в полость левого желудочка, где оценивали миокард и перегородку. Исследование выполняли на ультразвуковом приборе ВК 5000 с интраоперационным датчиком на частоте 7,5 и 15 Мг, усиление 1,6 Дб, разрешение 127 Гц. Программу для визуализации выставляли как для нейрохирургии. Анализировали четыре участка миокарда с построением гистограммы распределения деформации (рис. 1). Визуализацию выполняли в В-режиме с изображением эластографии сдвиговой волны и автоматическим расчетом коэффициента деформации.

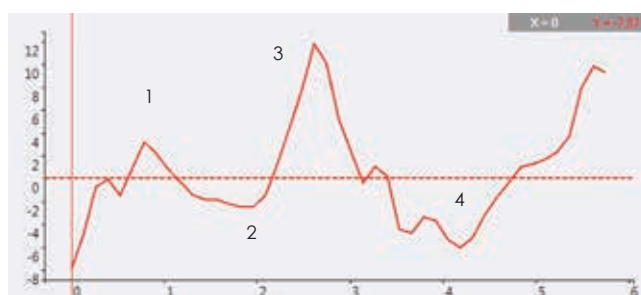
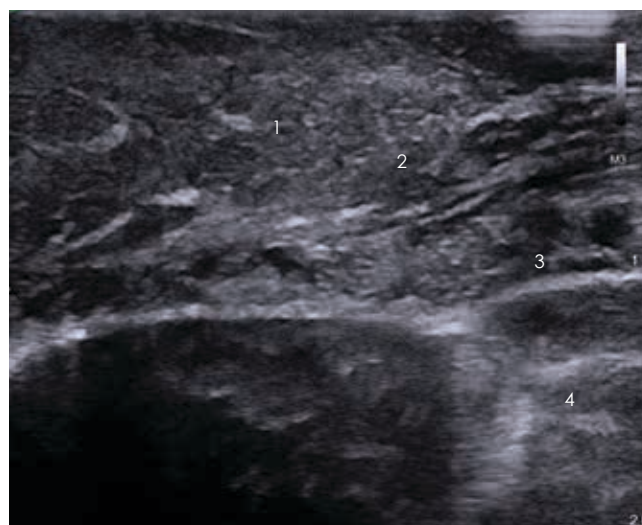


Рисунок 1. Области миокарда в различных участках миокарда с расстоянием в 1,2 см друг от друга для визуализации эластограммы. Дифференцированная гистограмма распределения коэффициента деформации согласно выбранным участкам миокарда

Результаты

В данной работе рассматривается методика количественной оценки деформационной визуализации, с сегментацией миокарда у пациентов с патологией миокарда и аорты в интраоперационном периоде до подключения искусственного кровообращения и в период полного искусственного кровообращения с фибрилляцией сердца. Ишемия миокарда во всех случаях не превышала 60–65 минут. Оценивали волновую эластографию при различной толщине миокарда (таблица 1).

Таблица 1
Значения коэффициента деформации у пациентов с аортальным стенозом и аневризмой восходящей аорты с аортальной недостаточностью на искусственном кровообращении

Параметры	Аортальный стеноз	Дилатация корня аорты + АН	Процент отличия между патологиями
Расстояние измерения	6,3	6,45	+3
1 точка	3,51	1,67	-53
2 точка	5,75	2,66	-54
3 точка	4,12	2,93	-39
4 точка	2,62	1,49	-43
Площадь измерения, см ²	1,35	1,33	-2
Объем потока мл/мин	2,7	2,8	+4

Примечание: точки измерения соответствуют рисунку 1.

Было обнаружено, что жесткость в различных участках миокарда не однородная. Так, у пациентов с аортальным стенозом и градиентом давления более 100 мм рт. ст.

коэффициент жесткости увеличен в соответствии с толщиной миокарда до 1,7 см и составляет от 2,62 до 5,75 (рис. 2 и 3).

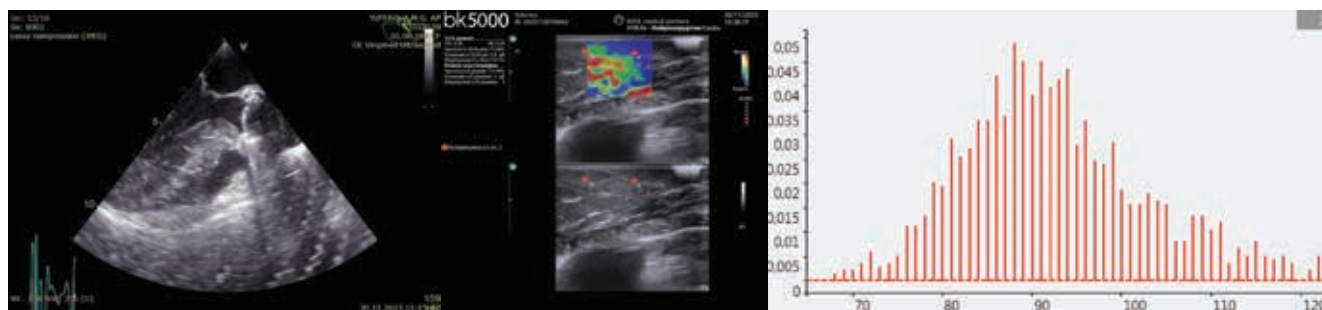


Рисунок 2. Чреспищеводная эхокардиография и интраоперационная эластография миокарда и гистограмма распределения деформации у пациента с аортальным стенозом. Коэффициент деформации в данном случае составляет 4,06 на площади 0,008 см²

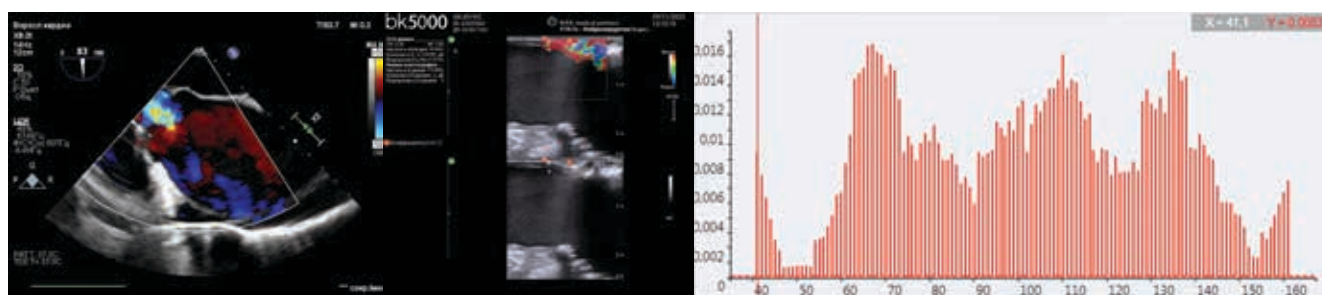


Рисунок 3. Чреспищеводная эхокардиография и интраоперационная эластография миокарда с гистограммой распределения деформации у пациента с дилатацией корня аорты, двустворчатым аортальным клапаном и аортальной недостаточностью. Коэффициент деформации составляет от 1,49 до 2,9 на площади 0,001 см²

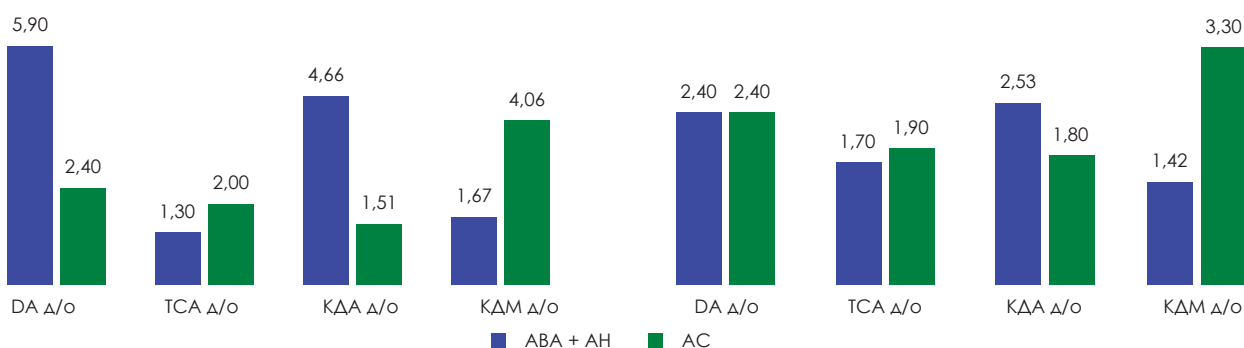


Рисунок 4. Сравнение деформации миокарда по данным эластографии до и после операции у пациентов с дилатацией корня аорты с аортальной недостаточностью и аортальным стенозом. DA – диаметр аорты (см), TCA – толщина стенки аорты (мм), KDA – коэффициент деформации стенки аорты, KDM – коэффициент деформации миокарда левого желудочка

Отмечается достоверная разница между этими патологиями по дифференциальным гистограммам. Так, при сравнении деформации миокарда по данным эластографии до и после операции у пациентов с дилатацией корня аорты с аортальной недостаточностью и аортальным стенозом после операции коэффициент деформации стенки аорты и миокарда практически в 2 раза (рис. 4).

Скорость сдвиговой волны незначительно уменьшается при толщине миокарда от 4 до 12 мм, а затем значительно снижается при толщине менее 3 мм. Этот эффект был обусловлен распространением управляемых волн, когда толщина и длина волны сдвига становятся одного порядка. Следовательно, измеренная скорость сдвига занижается при толщине менее 4 мм, а смещение

скорости сдвиговой волны превышает 12%. Эти результаты также показывают, что скорость сдвиговой волны может быть измерена в тканях толщиной более 4 мм с отклонением скорости сдвиговой волны до 10–15%. Поэтому применение эластографии сдвиговой волной в клинической практике для оценки жесткости миокарда может быть ограничена на истонченном миокарде при патологиях, характеризующихся уменьшением толщины стенки миокарда.

Оценка жесткости миокарда по результатам исследования показала, что измерения, полученные интраоперационно, хорошо согласуются с патологией. Анализ показывает, что измерения при толщине миокарда более 1 см с высокими скоростями сдвиговых волн, характерны

для жестких тканей. Этот факт связан с ограничением метода интраоперационной визуализации миокарда и качества полученных данных на работающем сердце для отслеживания распространения сдвиговой волны. Поэтому эластография миокарда сдвиговой волной на работающем сердце не дает представления о жесткости и соответственно, можно предположить, является ограниченным методом исследования в диагностике.

Обсуждение

В настоящее время осуществляются подходы в применении эластографии сердца. Сокращение и расслабление сердца оценивают с изменением сдвига миокарда, что представляет собой физическую величину в виде напряжения и давления в желудочке. Появление ультразвуковой визуализации с высокой частотой кадров позволило разработать эластографию сдвиговой волной в качестве неинвазивной альтернативы для оценки жесткости миокарда. В 2007 году Jianwen L et. al. [5] выполнили эксперименты на животных с оценкой жизнеспособности миокарда после перевязки коронарной артерии. Было показано, что у животных перенесших инфаркт, отмечено снижение подвижности и деформации в пораженном участке миокарда. На основании этого был сделан вывод, что кумулятивные эластограммы имеют более высокий коэффициент деформации, по сравнению с нормой.

В 2007 году Wei-Ning Lee et. al. [3] была разработана теоретическая основа для оценки эффективности двумерной эластографии миокарда, на основе ранее разработанной трехмерной конечно-элементной модели левого желудочка собаки. Были изучены контрольная и ишемическая модели, которые более полно отражают деформацию миокарда. Такой подход был использован для оценки качества миокардиальной эластографии в норме и при ишемии. Оценка механических параметров тканей миокарда по эластографии используется и в клинических условиях по сдвиговой волне [4, 6, 7].

В наших исследованиях у пациентов с дилатацией корня аорты и аортальной недостаточностью также наблюдалось снижение коэффициента деформации в участках миокарда с неравномерной перфузией и структурой миокарда. В тоже время следует отметить, что правильная интерпретация полученных измерений во многом зависит от дополнительных факторов, таких как толщина стенки миокарда, пороков клапанного аппарата, геометрии сердца и давления, при котором выполняется исследование. Так, возможность исследования даже интраоперационно на работающем сердце затруднительна и не всегда дает правильную информацию о состоянии миокарда.

Коэффициент деформации у пациентов с аортальным стенозом и гипертрофией миокарда находился в диапазоне от 1,3 до 5,75, что характеризует плотность тканей

левого желудочка, а построение распределения плотности по гистрограммам указывает на однородность или неоднородность мышцы на достаточно большом участке миокарда (см. рисунок 2 и 3). При этом отмечено, что скорость сдвиговой волны незначительно уменьшается при гипертрофии миокарда более 1,4 см. Этот эффект в основном обусловлен неравномерным распространением волн, когда толщина миокарда увеличена.

Однако следует отметить, что применение эластографии сдвиговой волной в клинической практике для оценки жесткости миокарда может быть ограничена на истонченном миокарде при таких патологиях, как острая аневризма левого желудочка и ряде генетических патологий, которые характеризуются уменьшением толщины стенки миокарда. При сравнении изображений деформации, полученных по данным эластографии, выявлены достоверные различия у пациентов с аортальным стенозом атеросклеротического происхождения и дилатацией аорт с аортальной недостаточностью.

Таким образом, прямое измерение сдвига миокарда дает возможность оценки миокарда при дисфункции и нарушениях релаксации. В нашем предварительном исследовании было показано, что интраоперационная эластография миокарда способна визуализировать деформацию миокарда и оценивать жесткость тканей в исследуемой части миокарда.

Заключение

Интраоперационное исследование миокарда по оценке коэффициента деформации может быть применено в клинической практике у пациентов с патологией сердца. Применение эластографии рекомендуется для оценки механических свойств миокарда и стенки аорты. Скорость сдвига занижена для тканей толщиной менее 3 мм с коэффициентом деформации от 1,4 до 2,6.

Список литературы / References

1. Mafalda Correia, Ilya Podetti, Olivier Villemain, Jérôme Baranger, Mickael Tanter, et al. Noninvasive Myocardial Shear Wave Elastography Device for Clinical Applications in Cardiology. *Innovation and Research in BioMedical engineering*, 2017, 38 (6), pp.357-362.
2. Caenen A, Stéphanie Bézy, Mathieu Pernot, Kathryn R. Nightingale, et al. // *Ultrasound Shear Wave Elastography in Cardiology – JACC Cardiovasc Imaging* 2024 Mar;17(3):314-329. doi: 10.1016/j.jcmg.2023.12.007.
3. Wei-Ning Lee, Christopher M Ingrassia, Simon D Fung-Kee-Fung, Kevin D Costa, Jeffrey W Holmes, Elisa E Konofagou // *Theoretical quality assessment of myocardial elastography with in vivo validation*. – *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2007, Nov;54(11):2233-45. doi: 10.1109/tuffc.2007.528.
4. P.Wells, Haidong Liang // *Medical ultrasound: imaging of soft tissue strain and elasticity Journal of the Royal Society Medicine, Engineering*. 2011, 7 November DOI:10.1098/rsif.2011.0054Zile.
5. Jianwen Luo, Kana Fujikura, Shunichi Homma, Elisa E Konofagou // *Myocardial elastography at both high temporal and spatial resolution for the detection of infarcts Ultrasound Med.Biol.* 2007, Aug;33(8):1206-23. doi: 10.1016/j.ultrasmed-bio.2007.01.019.
6. Zile M., Catalin F. Baicu, William H. Gaasch. // *Diastolic Heart Failure — Abnormalities in Active Relaxation and Passive Stiffness of the Left Ventricle Engl. – J. Med.* 2004;350:1953-1959 DOI: 10.1056/NEJMoa032566
7. Rie Nakayama, Yoichi Takaya, Kazufumi Nakamura et al. Efficacy of shear wave elastography forevaluating right ventricular myocardial fibrosis in monocrotaline-induced pulmonary hypertension rats. *J Cardiol* 2021 Jul;78(1):17-23. doi: 10.1016/j.jjcc.2021.01.015.

Статья поступила / Received 06.06.2024
Получена после рецензирования / Revised 02.09.2024
Принята в печать / Accepted 02.09.2024

Информация об авторах

Сандриков Валерий Александрович, д. м. н., профессор, академик РАН, руководитель отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1

E-mail: sandrikov@med.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1535-5982>

Чарчян Эдуард Рафаэлович, д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кардиохирургического I (отделения реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии) НКЦ № 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3164-2877>

Лысенко Андрей Викторович, к. м. н., заведующий отделением дисфункции миокарда НКЦ № 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8394-4116>

Кулагина Татьяна Юрьевна, д. м. н., заведующая лабораторией электрофизиологии и нагрузочных тестов отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1

E-mail: takula@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6165-6474>

Дзеранова Ангелина Николаевна, к. м. н., научный сотрудник лаборатории интраоперационной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7916-1151>

Новикова Алина Владимировна, врач лаборатории интраоперационной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9405-4920>

Федулова Светлана Вячеславовна, к. м. н., заведующая лабораторией интраоперационной диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики НКЦ № 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4517-9078>

Попов Сергей Олегович, к. м. н., сердечно-сосудистая хирургия, главный врач НКЦ № 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4488-1597>

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского» Москва, Россия

Контактная информация:

Сандриков Валерий Александрович. E-mail: sandrikov@med.ru

Author information

Sandrikov Valery Alexandrovich, MD, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of Clinical Physiology Department

E-mail: sandrikov@med.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1535-5982>

Charchyan Eduard Rafaelovich, MD, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of Cardiac Surgery I (Department of Reconstructive and Reconstructive Cardiovascular Surgery)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3164-2877>

Lysenko Andrey Viktorovich, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Myocardial Dysfunction

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8394-4116>

Kulagina Tatiana Yurievna, MD, Head of the Laboratory of Electrophysiology and Stress Tests of the Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics of the Scientific and Clinical Center No. 1

E-mail: takula@list.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6165-6474>

Dzeranova Angelina Nikolaevna, Candidate of Medical Sciences, Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics, Laboratory of Intraoperative Diagnostics Scientific and Clinical Center No. 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7916-1151>

Novikova Alina Vladimirovna, doctor of the Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics of the Scientific and Clinical Center No. 1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9405-4920>

Fedulova Svetlana Vyacheslavovna, Candidate of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Intraoperative Diagnostics, Scientific and Clinical Center No.1

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4517-9078>

Popov Sergey Olegovich, Candidate of Medical Sciences, Cardiovascular Surgery, Chief Physician

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4488-1597>

Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russia

Contact information

Sandrikov Valery Alexandrovich. E-mail: sandrikov@med.ru

Для цитирования: Сандриков В.А., Чарчян Э.Р., Лысенко А.В., Кулагина Т.Ю., Дзеранова А.Н., Новикова А.В., Федулова С.В., Попов С.О. Первый опыт интраоперационной эластографии миокарда у кардиохирургических пациентов. Медицинский алфавит. 2024;(22):14–18. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-14-18>

For citation: Sandrikov V.A., Charchyan E.R., Lysenko A.V., Kulagina T.Yu., Dzeranova A.N., Novikova A.V., Fedulova S.V., Popov S.O. The first experience of intraoperative myocardial elastography in cardiac surgery patients Medical alphabet. 2024;(22): 14–18. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-14-18>



Оценка электрофизиологических механизмов желудочковых эктопий при аритмогенной дисплазии правого желудочка

А.Ф. Саямова

КГМА – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

РЕЗЮМЕ

Актуальность проблемы. Аритмогенная дисплазия правого желудочка (АДПЖ) является одной из значимых причин внезапной сердечной смерти (ВСС) среди лиц молодого возраста. Для АДПЖ характерны желудочковые эктопические сокращения из выходного отдела правого желудочка (ВОПЖ), которые могут возникнуть раньше, чем появятся морфологические изменения и, в этих случаях, необходима оценка риска ВСС на основе анализа электрофизиологического механизма развития желудочковой эктопии (ЖЭ). **Цель исследования.** Оценить электрофизиологические механизмы ЖЭ у пациентов с АДПЖ по данным нагрузочных тестов. **Материал и методы.** Обследовано 13 пациентов с подтвержденной АДПЖ на МРТ, из них мужчин 9 человек и женщин 4 человека в возрасте от 26 до 63 лет ($42,9 \pm 1,0$). Всем пациентам были проведены следующие исследования: стандартная электрокардиография (ЭКГ), суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиография, магнитно-резонансная томография сердца, нагрузочный тредмил тест. При проведении нагрузочного теста на каждой ступени нагрузки анализировали ЖЭ (морфологию, количество ЖЭ), оценивали зависимость скорректированного QTc от ЧСС. **Результаты.** По полученным данным пациенты были разделены на две группы в зависимости от реакции ЖЭ на физическую нагрузку. Первая группа – пациенты, у которых количество ЖЭ увеличилось на физической нагрузке – стресс-индуцированная ЖЭ – 10 человек (77%). Вторая группа – пациенты, у которых количество ЖЭ уменьшилось, либо они исчезали на пике нагрузки – стресс-ингибированная ЖЭ – 3 человека (23%). У всех пациентов была нормальная реакция интервала QTc на физическую нагрузку – его укорочение в ответ на увеличение ЧСС. **Выводы.** Для АДПЖ характерны ЖЭ из ВОПЖ или бифокальные из ВОПЖ и верхушки правого желудочка. Электрофизиологические механизмы ЖЭ при АДПЖ различны: механизм триггерной активности и повышенный автоматизм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: аритмогенная дисплазия правого желудочка, внезапная сердечная смерть, желудочковая эктопия, желудочковая экстрасистолия, желудочковая парасистолия, нагрузочный тест, триггерная активность, автоматизм, интервал QT, скорректированный интервал QTc.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Assessment of electrophysiological mechanisms of ventricular ectopia in arrhythmogenic right ventricular dysplasia

L.F. Salyamova

KSMA – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia

SUMMARY

Relevance of the problem. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia (ARVD) is one of the significant causes of sudden cardiac death (SCD) among young people. ARVD is characterized by premature ventricular ectopic contractions (PVCs) from the right ventricular outflow tract (RVOT), which may occur before morphological changes appear and, in these cases, it is necessary to assess the risk of developing SCD based on an analysis of the electrophysiological mechanism of the development of PVCs. **Purpose of the study.** To evaluate the electrophysiological mechanisms of PVCs in patients with ARVD according to stress tests. **Material and methods.** We examined 13 patients with confirmed ARVD on MRI, including 9 men and 4 women, aged from 26 to 63 years (42.9 ± 1.0). All patients underwent the following studies: standard electrocardiography (ECG), 24-hour ECG monitoring, echocardiography, cardiac MRI, treadmill stress test. During the stress test, at each load level, ventricular ectopy was analyzed (morphology, number of ventricular ectopic complexes), and the dependence of corrected QTc on heart rate was assessed. **Results.** According to the data obtained, the patients were divided into two groups depending on the response of PVCs to physical activity. The first group – patients in whom the number of PVCs increased during physical activity – stress-induced ventricular ectopy – 10 people (77%). The second group – patients in whom the number of PVCs decreased, or they disappeared at the peak of the load – stress-inhibited ventricular ectopy – 3 people (23%). All patients had a normal reaction of the QT interval to physical activity – its shortening in response to an increase in heart rate. **Conclusions.** ARVD is characterized by ventricular ectopia from the right ventricle outflow tract or bifocal ectopia from the right ventricle outflow tract and the right ventricle apex. The electrophysiological mechanisms of ventricular ectopia in ARVD are different: the mechanism of trigger activity and increased automaticity.

KEYWORDS: arrhythmogenic right ventricular dysplasia, sudden cardiac death, ventricular ectopy, ventricular extrasystole, ventricular parasystole, stress test, trigger activity, automaticity, QT interval, corrected QTc interval.

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

Введение

АДПЖ – аритмогенная дисплазия правого желудочка – преимущественно наследственная кардиомиопатия, характеризующаяся фиброзно-жировым замещением кардиомиоцитов правого желудочка (ПЖ) и возможным

вовлечением миокарда левого желудочка сердца [1 и 2]. Описывают приобретенные случаи АДПЖ в результате перенесенного миокардита [3]. Распространенность заболевания варьирует от 1:5000 до 6:10000 [4]. В то же время, точную распространенность определить сложно

из-за бессимптомного течения заболевания у некоторых пациентов [1]. У мужчин болезнь встречается примерно в 3 раза чаще, чем у женщин [5].

АДПЖ считают одной из причин внезапной сердечной смерти (ВСС) лиц молодого возраста, которая составляет по данным разных авторов от 11% до 20% от всех ВСС. Возраст людей с наследственной АДПЖ меньше 50 лет. Пик встречаемости заболевания приходится на возраст от 21 до 40 лет. АДПЖ – заболевание, при котором ВСС может стать первым его клиническим проявлением, что чаще встречается у молодых лиц, а в более зрелом возрасте болезнь дебютирует устойчивой мономорфной желудочковой тахикардией (ЖТ) [1, 4, 6, 7]. При АДПЖ желудочковые нарушения ритма могут возникнуть раньше, чем выявятся морфологические изменения и часто возникают во время физической нагрузки [1 и 7].

Выделяют различные формы течения АДПЖ. Встречается латентный аритмический вариант, который проявляется частыми желудочковыми аритмиями, без клинической смерти в анамнезе. При этом отсутствуют структурные изменения правого желудочка. Другой вариант – развернутый аритмический, который проявляется частыми повторяющимися пароксизмами устойчивой ЖТ, без хронической сердечной недостаточности. Третий вариант – АДПЖ с прогрессирующей сердечной недостаточностью. При данном варианте увеличивается как правый, так и левый желудочки со снижением их сократительной способности [8]. Любой из вариантов течения имеет высокий риск развития ВСС и требует тщательного анализа и проведения дифференциальной диагностики с другими заболеваниями. Оценка риска развития ВСС требует анализа электрофизиологических механизмов желудочковых аритмий, которые возникают при всех вариантах течения этой болезни.

Существует три основных электрофизиологических механизма возникновения аритмий: re-entry, автоматизм и триггерная активность. При АДПЖ точные электрофизиологические и патофизиологические механизмы развития желудочковой эктопии (ЖЭ) еще до конца не изучены. Разные авторы предполагают различные патофизиологические механизмы развития желудочковых нарушений ритма. Так, стресс или физические нагрузки (адренергические влияния), могут вызвать ЖЭ по механизму аномального автоматизма [9]. Исса и соав. говорят о механизме re-entry при АДЖП, вследствие оставшихся сохраненных кардиомиоцитов среди фиброзно-жировой ткани, которые представляют собой протяженные проводящие пути с замедленным проведением – субстрат для ЖТ по механизму re-entry [1]. Ряд авторов считает, что причиной возникновения аритмий из выходного отдела правого желудочка (ВОПЖ) может быть любой из вышеперечисленных механизмов, но ведущий механизм это триггерная активность [9, 10, 11].

Однако, исследований, посвященных оценке механизмов развития ЖЭ при АДПЖ в клинике, практически нет.

Согласно клиническим рекомендациям МЗ РФ «Желудочковые нарушения ритма. Желудочковые тахикардии и внезапная сердечная смерть» от 2020 года, желудочко-

вые эктопии являются показанием к проведению нагрузочного теста, если предполагается или заведомо известно, что они провоцируются физической нагрузкой [12, 13, 14].

Так как известно, что ЖЭ при АДПЖ часто возникают при физической нагрузке, нагрузочный ЭКГ тест может быть использован при обследовании пациентов с АДПЖ для оценки электрофизиологических механизмов ЖЭ [15 и 16].

Учитывая, полиморфизм структурных изменений, разнообразие клинических проявлений и исходов АДПЖ, трудности дифференциальной диагностики данной патологии, мы предприняли исследование, целью которого явилось оценка электрофизиологических механизмов ЖЭ у пациентов с АДПЖ по данным нагрузочных тестов.

Материал и методы исследования

В исследовании принимало участие 13 пациентов с подтвержденной на магнитно-резонансной томографии (МРТ) АДПЖ, из них мужчин 9 человек и женщин 4 человека в возрасте от 26 до 63 лет ($42,9 \pm 11,0$). В исследование были включены пациенты, не принимавшие антиаритмические препараты.

Всем пациентам были проведены клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования: сбор анамнеза, клинический осмотр, лабораторные исследования, стандартная электрокардиография (ЭКГ), холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ-ЭКГ), эхокардиография (ЭхоКГ), МРТ сердца, нагрузочный тредмил тест.

Для регистрации ЭКГ в 12 стандартных отведениях использовался электрокардиограф АТЕС (Россия).

Неинвазивное поверхностное картирование на системе «Амикард 01» выполнялось для топической диагностики очага ЖЭ. ХМ-ЭКГ проводилась на трёхканальных регистраторах «Поли-Спектр-СМ» фирмы «Нейрософт» (Россия) в течении суток.

ЭхоКГ выполнялась на ультразвуковой системе экспертного класса IE 33 фирмы Philips (Нидерланды), использовался фазированный датчик S5-1.

Тредмил тест проводился на системе «X-Scrib» фирмы Mortara по стандартному протоколу Bruce. Во время проведения теста проводилась непрерывная регистрация ЭКГ в 12 стандартных отведениях, измерялось артериальное давление на каждой ступени нагрузки. Проба прекращалась в случаях достижения субмаксимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), появления жалоб пациента на выраженную одышку, резкую слабость, жалобы на боль в сердце, появление депрессии/элевации сегмента ST больше, чем на 1,0 мм, повышение АД больше 220/110 мм рт. ст.

На каждой ступени нагрузки и в восстановительном периоде был проведен анализ ЖЭ, оценивали морфологию и количество ЖЭ.

При проведении нагрузочной пробы анализировали интервал QT. Измеряли интервал QT на исходной ЭКГ до проведения нагрузочной пробы, на каждой ступени нагрузки и в восстановительном периоде. После чего провели расчет скорректированного интервала (QTc) по формуле Fridericia. Методом регрессионного линейного анали-

за определили зависимость абсолютного интервала QT и QTc от интервала RR. По каждому пациенту по полученным данным построили графики линейной регрессии QT и QTc от RR. Нормальная реакция QT на физическую нагрузку, т.е. его укорочение на учащение ритма сердца, устанавливается, если график линейной регрессии описывается формулой $QTc = a(RR) + b$, где $a > -0,079$, а патологическая (удлинение интервала QTc) определяется, если $a \leq -0,079$ [17 и 18].

Статистический расчет материала выполнялся в программе Statistica 8 Данные представлены в виде максимальных, минимальных и средних значений ($M \pm \sigma$). Использовался метод построения графиков линейной регрессии.

Результаты исследования

По результатам тредмил теста пациенты были разделены на две группы в зависимости от реакции ЖЭ на физическую нагрузку. В первую группу вошли пациенты, у которых количество ЖЭ увеличилось на физической нагрузке – стресс-индуцированная ЖЭ. Вторую группу составили пациенты, у которых количество ЖЭ уменьшилось, либо они исчезали на пике нагрузки – стресс-ингибированная ЖЭ. Стресс-индуцированная ЖЭ диагностирована у 10 человек (77%), из них 6 мужчин и 4 женщины. Стресс-ингибированная у 3 пациентов – 23%, все были мужчинами. Анализ интервала QT, QTc при проведении тредмил-теста показал во всех случаях нормальную реакцию интервала QT, т.е. его укорочение в ответ на увеличение ЧСС.

На исходной ЭКГ в 12 стандартных отведениях у 10 пациентов (6 мужчин и 4 женщины) зарегистрирована ЖЭ только из ВОПЖ, а у 3 мужчин – из 2х очагов: ВОПЖ и верхушка ПЖ. Топическая диагностика расположения очага ЖЭ проводилась на основе данных трехмерного поверхностного картирования на системе «Амикард».

При стресс-индуцированной ЖЭ 9 (90%) пациентов имели ЖЭ из одного очага (ВОПЖ) и 1 (10%) из 2-х очагов (ВОПЖ и верхушка ПЖ), а при стресс-ингибированной ЖЭ один пациент имел ЖЭ из 1 очага (33%) и 2 пациента (67%) имели ЖЭ из 2-х очагов.

На ЭКГ эпсилон волна в правых грудных отведениях зарегистрирована у 3-х пациентов: у двух при стресс-индуцированной форме ЖЭ и у одного при стресс-ингибированной.

При ХМ-ЭКГ у всех пациентов регистрировалась ЖЭ в течении всех суток. Общее количество всех ЖЭ варьировало от 5325 до 47973 за период регистрации (составляла от 4% до 36% от общего количества сердечных сокращений), проявлялось в виде монотопной ЖЭ, парной ЖЭ, пароксизмами неустойчивой ЖТ. У 3-х пациентов зарегистрированы полиморфная ЖЭ из двух очагов. При стресс-индуцированной форме эктопической активности ЖЭ была представлена желудочковой экстрасистол (ЖЭкс), а при стресс-ингибированной в 2-х случаях имела признаки парасистолии – зарегистрированы сливные сокращения, в одном случае наблюдалась ЖЭкс.

Клинический пример 1

Пациент Б., 63 лет. АДПЖ с полиморфной ЖЭ из двух очагов – ВОПЖ и верхушка ПЖ. Механизм ЖЭ – триггерная активность по типу поздней деполяризации.

Анамнез: жалобы на сердцебиение во время ходьбы, ощущение кратковременного головокружения во время подъема по лестнице.

ЭКГ: синусовый ритм, ЧСС 62 ударов в минуту, резкое отклонение ЭОС влево, угол альфа = -33 градуса, блокада передне-верхней ветви левой ножки пучка Гиса, в отведении V1 – эпсилон волна, в отведениях III, aVF (-) з.Т, в отведениях V2-V4 слабо (+) з.Т. (рис. 1).

ХМ-ЭКГ: синусовый ритм со среднесуточной ЧСС 82 ударов в минуту. Желудочковая эктопическая активность представлена частыми (более 800/сут.) короткими полиморфными эпизодами ЖТ с ЧСС до 148 уд./мин., частыми полиморфными ЖЭкс (всего более 47 000/сут.), – одичными (более 16 000/сут.), парными (более 22 000/сут.) (рис. 2).

Тредмил тест: исходно синусовый ритм, ЧСС 87 ударов в минуту, желудочковые нарушения ритма не регистрируются. На первой ступени нагрузки тредмил теста при ЧСС 108–114 ударов в минуту зарегистрирована частая парная монотопная ЖЭкс из ВОПЖ, короткие пароксизмы полиморфной ЖТ из ВОПЖ и верхушки ПЖ (рис. 3).

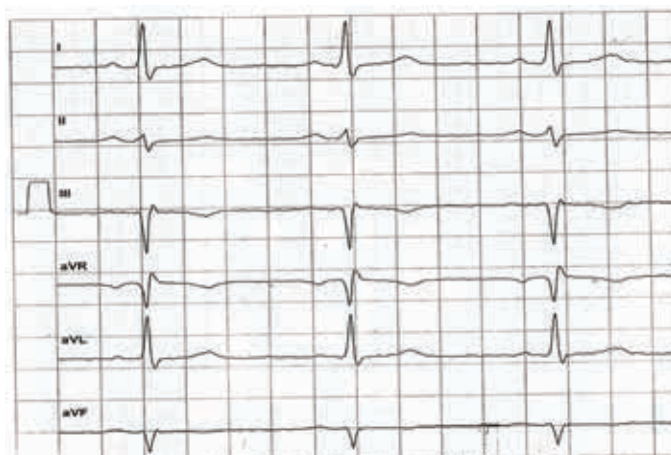


Рисунок 1. ЭКГ пациента Б. В отведении V1 эпсилон волна (указано стрелкой)

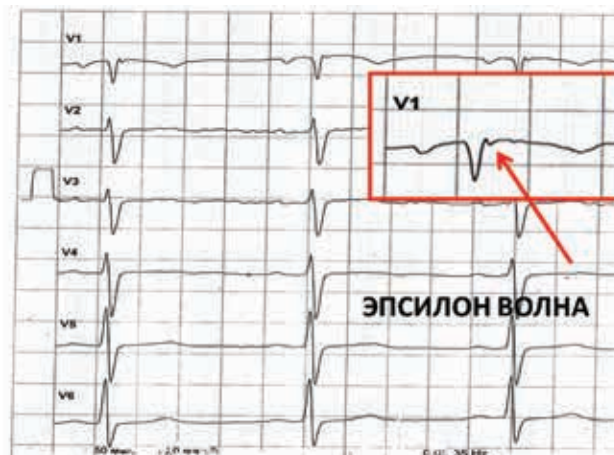




Рисунок 2. Пациент Б. Фрагмент ХМ-ЭКГ. Неустойчивая полиморфная ЖТ

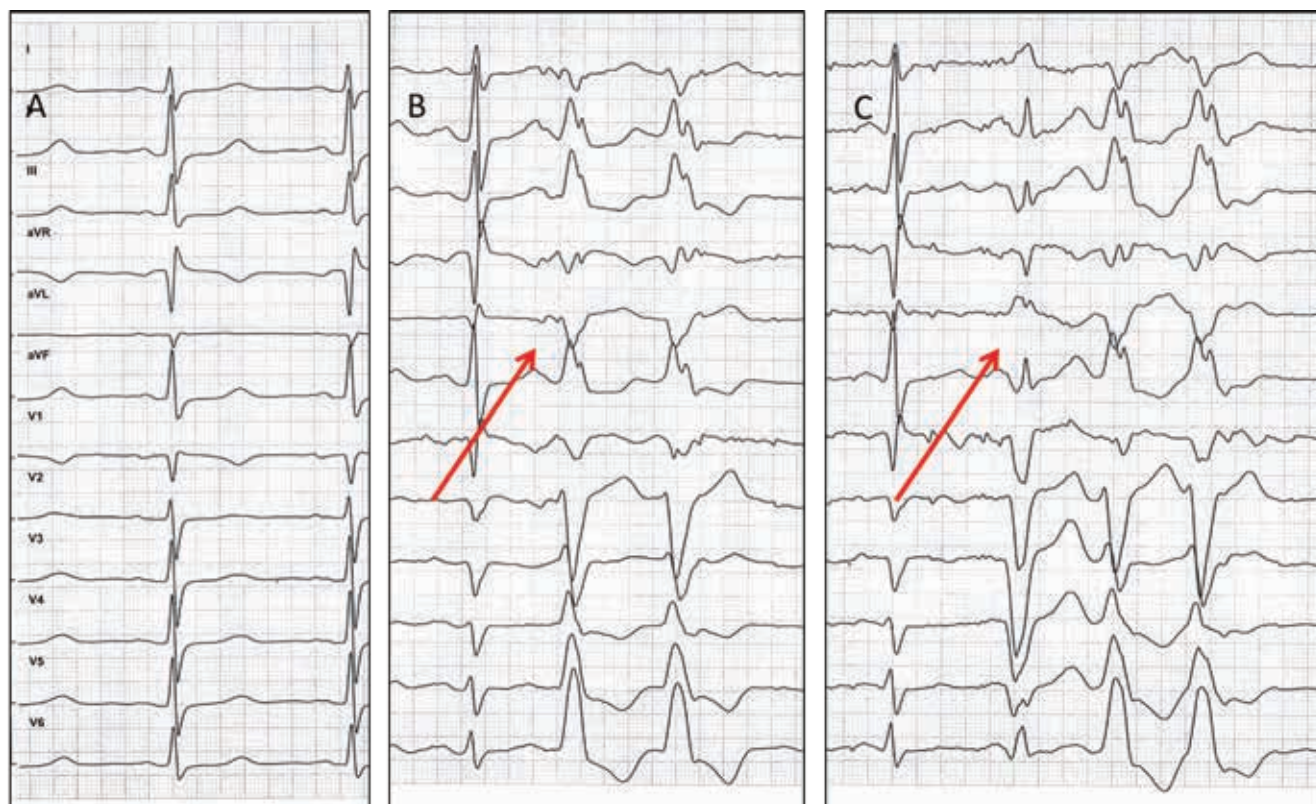


Рисунок 3. Фрагменты тредмил теста пациента Б: А. Исходная ЭКГ перед проведением тредмил теста, ЧСС 87 ударов в минуту. В. Первая ступень нагрузки тредмил теста, ЧСС 107 ударов в минуту, зарегистрирована парная ЖЭ из ВОПЖ. С. Первая ступень нагрузки тредмил теста – короткая полиморфная ЖТ, исходящая из ВОПЖ и верхушки ПЖ

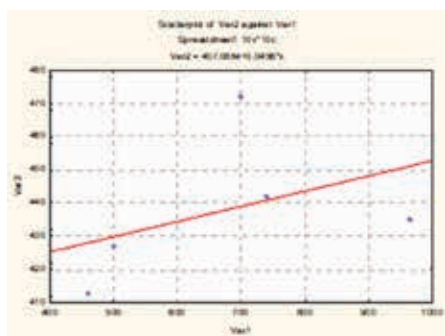


Рисунок 4. График зависимости QTc (Fridericia) от RR. Ось абсцисс – интервал RR (мсек), ось ординат – интервал QTc (Fridericia) (мсек). Нормальная реакция интервала QTc

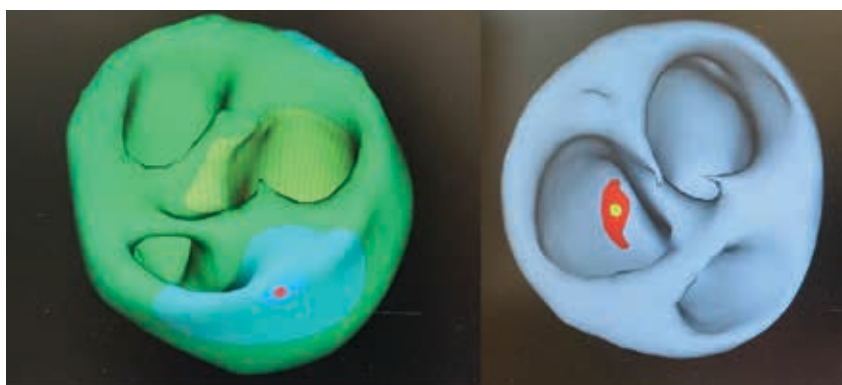


Рисунок 5. Слева – один очаг расположен субэпикардially в ВОПЖ, справа – второй очаг расположен в верхушке ПЖ

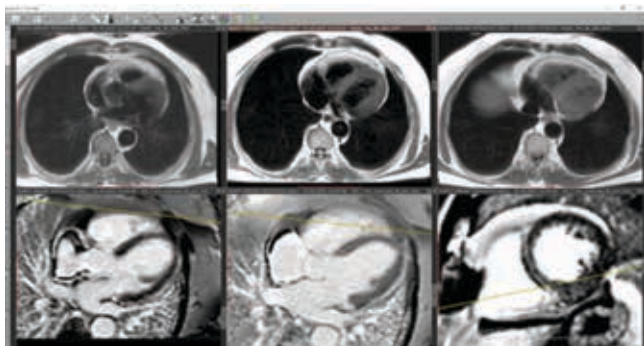


Рисунок 6. Пациент Б. Фрагменты МРТ сердца

Проведен линейный регрессионный анализ зависимости QTc от ЧСС. Выявлена нормальная реакция интервала QTc – укорочение QTc при учащении ритма (рис. 4).

Заключение: стресс-индуцированная политопная ЖЭкс из ВОПЖ и верхушки ПЖ на основе триггерной активности по типу поздней постдеполяризации.

Топическую диагностику расположения очага ЖЭ проводили на основании поверхностного электрофизиологического картирования на аппарате «Амикард 01». **Заключение:** один очаг расположен субэпикардially по передней стенке ПЖ на уровне выходного тракта, второй очаг расположен в верхушке ПЖ (рис. 5).

МРТ исследование сердца. МРТ данные соответствуют критериям АДПЖ – бивентрикулярный вариант с поражением левого и правого желудочков (рис. 6).

Клинический пример 2

Пациент С., 47 лет. АДПЖ с политопной ЖЭ из двух очагов – ВОПЖ и верхушка ПЖ. Механизм ЖЭ – автоматизм.

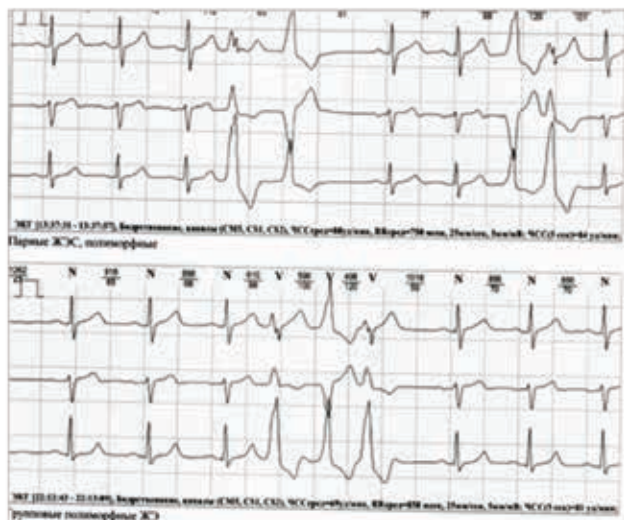


Рисунок 8. Фрагмент ХМ-ЭКГ пациента С. На верхнем фрагменте полиморфная ЖЭ, на среднем фрагменте короткая полиморфная ЖТ, на нижнем фрагменте поздние ЖЭ-сливные желудочковые удары

Анамнез: жалобы на ощущение неритмичной работы сердца, ощущение пульсации сердца, преимущественно в покое.

ЭКГ: синусовый ритм, 83 в минуту. Резкое отклонение ЭОС влево, угол альфа -32 град. Блокада передне-верхней

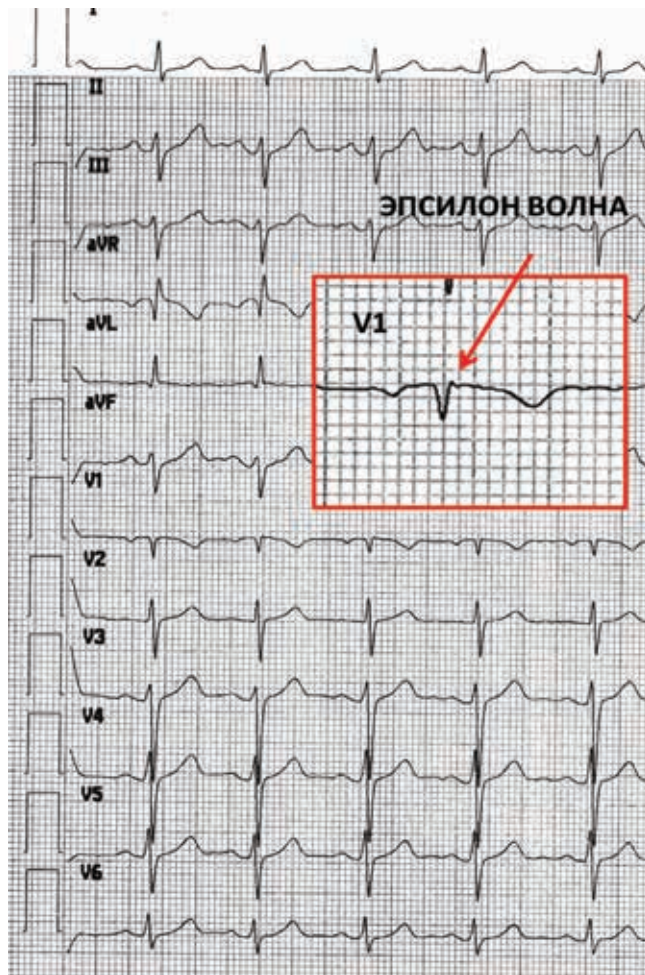


Рисунок 7. ЭКГ пациента С. В отведении V1 регистрируется эпсилон волна



ветви левой ножки пучка Гиса. В отведении V1 регистрируется эпсилон волна (рис. 7).

ХМ-ЭКГ: ритм синусовый. Выявлено 10 коротких эпизодов полиморфной ЖТ, 85 парных полиморфных ЖЭкс, 18 436 одиночных полиморфных ЖЭкс (рис. 8).

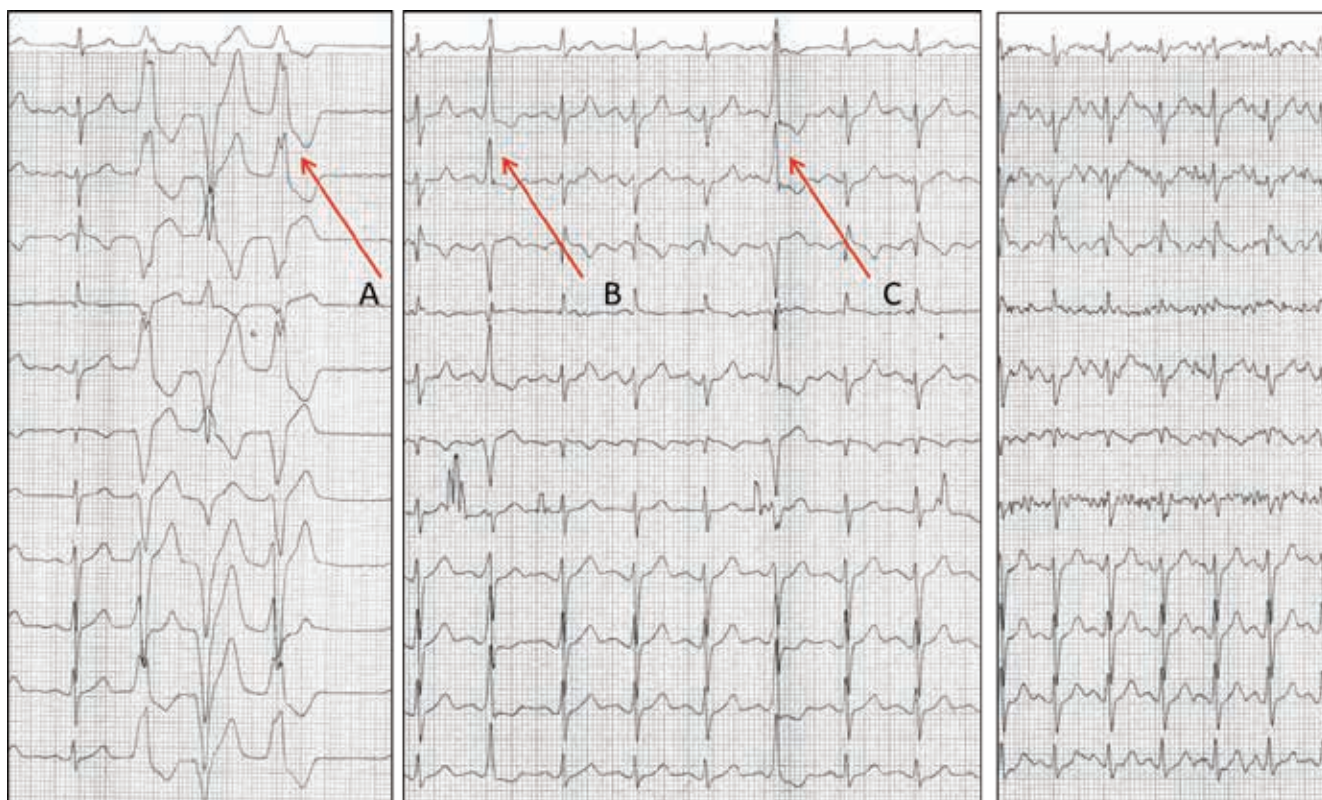


Рисунок 9. Фрагменты тредмил теста пациента С. Фрагмент слева – ЭКГ до проведения нагрузочного теста (А – короткая полиморфная ЖТ исходящая из ВОПЖ и верхушки ПЖ); центральный фрагмент – первая ступень нагрузки, ЧСС 107 ударов в минуту (В, С – сливные желудочковые удары); фрагмент справа – ЭКГ на пике нагрузки, желудочковые нарушения ритма не зарегистрированы

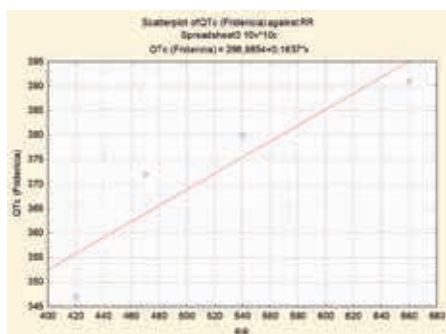


Рисунок 10. График зависимости QTc (Fridericia) от RR. Ось абсцисс – интервал RR (мсек), ось ординат – интервал QTc (Fridericia) (мсек). Нормальная реакция интервала QTc

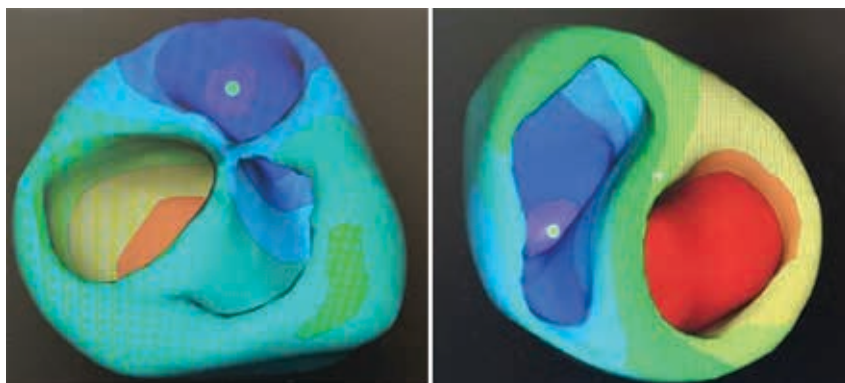


Рисунок 11. Рисунок слева – один очаг ЖЭ расположен субэндокардиально в ВОПЖ, рисунок справа второй очаг ЖЭ расположен в верхушке ПЖ

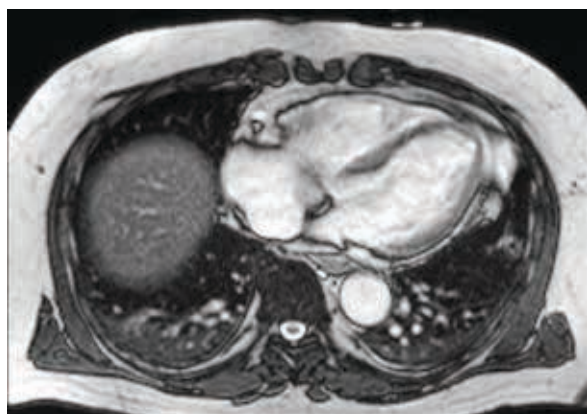


Рисунок 12. Фрагмент МРТ сердца пациента С.

Тредмил тест. На ЭКГ до нагрузки частые полиморфные ЖЭс (преимущественно из одного очага), с эпизодами до степени бигеминии, один эпизод полиморфной ЖТ из трех комплексов с ЧСС до 136 в минуту. Во время нагрузки количество полиморфных ЖЭ уменьшилось до 0–10 в минуту, зарегистрированы поздние ЖЭс, сливные желудочковые удары. На пике нагрузки, на момент прекращения пробы, при ЧСС 148 ударов в минуту желудочковые нарушения ритма не выявлены (рис. 9).

Проведен линейный регрессионный анализ зависимости QTc от ЧСС. Выявлена нормальная реакция интервала QTc – укорочение QTc при учащении ритма (рис. 10).

Заключение: стресс-ингибированная полифокусная ЖЭс из ВОПЖ и верхушки ПЖ на основе автоматизма.

Заключение поверхностного электрофизиологического картирования на аппарате «Амикард 01»: один очаг расположен субэндокардиально по передней стенке ПЖ на уровне выходного тракта, второй очаг расположен в верхушке ПЖ (рис. 11).

Обсуждение полученных результатов

АДПЖ является жизнеугрожающим заболеванием, которое проявляется развитием ЖЭ из ВОПЖ уже на ранних этапах заболевания до появления характерных структурных изменений миокарда ПЖ. Страдают АДПЖ лица молодого возраста, у которых ЖЭ из ВОПЖ может трактоваться как доброкачественная идиопатическая, в этих случаях, наблюдение и лечение не проводится и дебютом заболевания может стать развитие ВСС. При наличии у пациента ЖЭ из ВОПЖ дифференциальная диагностика сложна, учитывая, что в более чем половине случаев рутинные методы диагностики не позволяют выявить аритмогенный субстрат [19 и 20]. Мы считаем, что, в таких случаях, перспективным подходом является анализ электрофизиологических механизмов развития ЖЭ. Известно, что идиопатическая ЖЭ из ВОПЖ возникает при активизации эмбрионально заложенных пейсмекерных клеток, которые располагаются под клапанами легочной артерии и в этих случаях ЖЭ возникает за счет повышенного нормального автоматизма. При АДПЖ возникают патологические изменения миокардиоцитов и, в этом случае, можно предполагать развитие ЖЭ за счет триггерной активности, аномальной автоматии, либо механизма re-entry. Таким образом, определение электрофизиологических механизмов ЖЭ может помочь в диагностике АДПЖ и оценить риски развития ВСС у этой группы пациентов.

В нашем исследовании отбор пациентов с АДПЖ проводился на основании данных МРТ сердца с контрастированием гадолинием. ЭхоКГ не выявила во всех случаях патогномоничных признаков АДПЖ, таких как региональный дискинез, акинез, аневризма стенки ПЖ [3], что подтверждает трудности диагностики данной патологии.

Для оценки электрофизиологических механизмов ЖЭ мы использовали тредмил-тест, исходя из следующих известных положений:

- для автоматизма характерно подавление очага более частой стимуляцией, в связи с этим учащение сердечного ритма подавляет очаг автоматизма и ЖЭ исчезает – стресс-ингибирование;
- для триггерной активности свойственно увеличение количества ЖЭ при учащении сердечного ритма – стресс-индуцирование;
- re-entry формируется только при выраженных структурных изменениях миокарда, изменение ЧСС не влияет на индукцию или подавление ЖЭ.

Триггерная активность, в свою очередь, подразделяется на раннюю и позднюю постдеполяризацию. Ранняя связана с удлинением потенциала действия при увеличении ЧСС, а поздняя с увеличением концентрации внутриклеточного Ca^{++} в кардиомиоците.

Для определения этих типов триггерной активности необходимо оценить динамику скорректированного интер-

вала QTc (отражает продолжительность потенциала действия) во время нагрузочных тестов. Если при увеличении ЧСС QTc укорачивается (нормальная реакция), то диагностируется поздняя постдеполяризация, а если QTc удлиняется (патологическая реакция) – ранняя постдеполяризация. QTc рассчитывали по формуле Fridericia, так как, известно, формула Bazett может применяться только в диапазоне ЧСС от 50 до 90 в минуту, при тахикардии она дает завышенные значения [21, 22, 23]. Подробное описание данного подхода мы изложили в более ранних наших работах [17 и 18].

В данном исследовании мы выявили, что у больных АДПЖ преимущественно наблюдалась триггерная активность по типу поздней постдеполяризации (77%), что отражает и клинические данные о возникновении у пациентов с АДПЖ при физической нагрузке (клинический пример 1). Однако, было выявлено 3 (23%) пациента с подавлением ЖЭ при увеличении ЧСС, что характерно для автоматических ЖЭ (клинический пример 2). Также эти данные подтверждаются выявлением у этих пациентов при ХМ ЭКГ признаков парасистолии – сливных сокращений, что достоверно указывает на повышенный автоматизм в развитии ЖЭ у этих пациентов.

Ценную информацию в анализе электрической активности миокарда дала стандартная ЭКГ в 12 отведениях, зарегистрированных синхронно. По морфологии ЖЭ выявлено 2 группы пациентов – мономорфные из ВОПЖ (77%) и полиморфные из двух очагов – ВОПЖ и верхушка ПЖ (23%). Таким образом, мы считаем, что сочетание ЖЭ из ВОПЖ и верхушки ПЖ достаточно устойчивое при АДПЖ и может являться одним из признаков АДПЖ.

В тоже время, из классических ЭКГ критериев АДПЖ [1 и 3] выявлена только эpsilon волна у 3х пациентов – 23% (клинические примеры 1 и 2), а уширение QRS ≥ 120 мс и отрицательные Т в отведениях V1-V3 без блокады правой ножки п. Гиса вообще не встретились. Таким образом, данные критерии встречаются достаточно редко при АДПЖ и в большинстве случаев мы будем иметь пациентов с ЖЭ без изменения QRS комплекса в правых грудных отведениях.

ХМ-ЭКГ также показало наличие пациентов, как с мономорфной, так и с полиморфной ЖЭ, регистрировались парные ЖЭ и короткие эпизоды ЖТ. Обращает внимание большой разброс ЖЭ за сутки от 5 тысяч до 48 тысяч у разных пациентов. Таким образом, количество ЖЭ не может являться критерием АДПЖ.

На основании полученных данных были сделаны следующие выводы:

1. Для АДПЖ характерны ЖЭ из ВОПЖ или бифокальные из ВОПЖ и верхушки ПЖ.
2. ЖЭ при АДПЖ не однородны по своим электрофизиологическим механизмам. Преимущественно встречаются ЖЭ на основе триггерного механизма по типу поздней постдеполяризации, которые индуцируются физической нагрузкой и имеют характеристики ЖЭкс. Реже регистрируются ЖЭ на основе автоматизма, которые подавляются увеличением ЧСС при физической нагрузке и имеют характеристики парасистолии.

Закключение

Результаты нашего исследования, полученные у пациентов с АДПЖ в клинических условиях на основе нагрузочного теста, полностью совпадают с данными о механизмах развития ЖЭ, полученных рядом авторов в эксперименте [9, 10, 11]. В связи с этим, мы рекомендуем использовать нагрузочный тест в диагностике электрофизиологических механизмов ЖЭ в клинической практике.

Список литературы / References

- Исса З.Ф., Миллер Д.М., Зайпс Д.П. Клиническая аритмология и электрофизиология (пер. с англ.). М.: Логосфера. 2021: 1376 с.
- Issa Z.F., Miller D.M., Zipes D.P. Clinical arrhythmology and electrophysiology (translated from english). M.: Logosphere. 2021: 1376 p.
- Голухова Е.З. Аритмогенная дисплазия / кардиопатия правого желудочка. Анналы аритмологии. 2008; 5. (3): 5-24.
- Golukhova E.Z. Arrhythmogenic dysplasia / cardiopathy of the right ventricle. Annals of Arrhythmology. 2008; 5. (3): 5-24.
- Бокерия О.А., Ле Г.Г. Аритмогенная дисплазия правого желудочка. Анналы аритмологии. 2015; 12 (2): 89-99. DOI:10.15275/annaritm.2015.2.4
- Boqueria O.A., Le G.G. Arrhythmogenic dysplasia of the right ventricle. Annals of Arrhythmology. 2015; 12(2): 89-99. DOI:10.15275/annaritm.2015.2.4
- Мензоров М.В., Ефремова Е.В., Шутов А.М. Аритмогенная дисплазия правого желудочка. Учебно-методическое пособие для врачей и студентов медицинского факультета. Ульяновск. 2015: 35 с.
- Menzorov M.V., Efremova E.V., Shutov A.M. Arrhythmogenic dysplasia of the right ventricle. Educational and methodological manual for doctors and students of the faculty of medicine. Ulyanovsk 2015: 35 p.
- Cox M.G., J.J. van der Smagt, Noorman M. et al. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy diagnostic task force criteria. Impact of new task force criteria. Circulation: arrhythmia and electrophysiology. 2010; 3(2): 126-133. doi: 10.1161/CIRCEP.109.927202. Epub 2010 Mar 9.
- Corrado D., Wichter T., Link M. S. et al. Treatment of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/ dysplasia: an international task force consensus statement. Eur. Heart J. 2015; (36): 3227-3237. doi: 10.1093/eurheartj/ehv162. Epub 2015 Jul 27.
- Sawant A.C., Calkins H. Relationship between arrhythmogenic right ventricular dysplasia and exercise. Card. Electrophysiol Clin. 2015; (7): 195-206. doi: 10.1016/j.ccep.2015.03.004. Epub 2015 Apr 8.
- Благова О.В., Недоступ А.В., Коган Е.А., Алтарова Е.В. Болезни миокарда и перикарда: от синдромов к диагнозу и лечению. М. ГЭОТАР – Медиа. 2019: 884 с.
- Blagova O.V., Nedostup A.V., Kogan E.A., Altarova E.V. Diseases of the myocardium and pericardium: from syndromes to diagnosis and treatment. M. GEOTAR – Media. 2019: 884 p.
- Склярлова Т.Ф., Шаваров А.А., Волошко С.В. и др. Клиническая аритмология. Глава 20. Некоронарогенные желудочковые нарушения ритма: классификация, диагностика, клинические проявления, лечение и прогноз. М: Медпрактика. 2009: 1220 с.
- Sklyarova T.F., Shavarov A.A., Voloshko S.V. et al. Clinical arrhythmology. Chapter 20. Non-coronary ventricular arrhythmias: classification, diagnosis, clinical manifestations, treatment and prognosis. M: Medical practice. 2009: 1220 p.
- Lerman B.B., Stein K., Engelstein E.D. Mechanism of repetitive monomorphic ventricular tachycardia. Circulation. 1995; (92): 421-429. DOI: 10.1161/01.cir.92.3.421
- Lerman B.B., Belardinelli L., West G.A. et al. Adenosine sensitive ventricular tachycardia: evidence suggesting cyclic AMP mediated triggered activity. Circulation. 1986; (74): 270-280. DOI: 10.1161/01.cir.74.2.270
- Клинические рекомендации: «Желудочковые нарушения ритма. Желудочковые тахикардии и внезапная сердечная смерть». РКО. Российский кардиологический журнал. 2021; 26 (7): 128-188.
- Clinical recommendations: "Ventricular arrhythmias. Ventricular tachycardia and sudden cardiac death." RSC. Russian Journal of Cardiology. 2021; 26 (7): 128-188.
- Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. ESC. European Heart Journal. 2022; (43): 3997-4126. doi: 10.1093/eurheartj/ehac262.
- Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению желудочковых нарушений ритма сердца и профилактике внезапной сердечной смерти. ЕАК. Евразийский кардиологический журнал. 2022; (4): 6-67. https://doi.org/10.38109/2225-1685-2022-4-6-67.
- Eurasian clinical guidelines for the diagnosis and treatment of ventricular cardiac arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. EAC. Eurasian Cardiology Journal. 2022; (4): 6-67. https://doi.org/10.38109/2225-1685-2022-4-6-67.
- Патент № 2 724 841 Российская Федерация, МПК А61В 5/02(2006.01) Способ дифференциации стрессиндуцированной и стрессингибированной желудочковой эктопии при проведении пробы с физической нагрузкой. № 2019129040: заявлено 13.09.2019, опублик. 25.06.2020. Авторы: Терегулов Ю.Э., Салямова Л.Ф., Максумова Н.В., и соавт.: 16 с.
- Patent No. 2 724 841 Russian Federation, IPC A61B 5/02 (2006.01) Method for differentiating stress-induced and stress-inhibited ventricular ectopy during exercise testing. No. 2019129040: declared 09.13.2019, publ. 06.25.2020. Authors: Teregulov Yu.E., Salyamova L.F., Maksumova N.V., et al.: 16 p.
- Терегулов Ю.Э., Салямова Л.Ф., Чувашаева Ф.Р. и соавт. Подходы к неинвазивной оценке электрофизиологических механизмов желудочковой эктопии. Дневник Казанской медицинской школы. 2019; 1 (XXIII): 72-81.
- Teregulov Yu.E., Salyamova L.F., Chuvashava F.R. et al. Approaches to non-invasive assessment of electrophysiological mechanisms of ventricular ectopy. Diary of the Kazan Medical School. 2019; 1 (XXIII): 72-81.
- Патент № 2744354 Российская Федерация, МПК А61В 5/00 (2006.01). Способ определения нормальной и патологической реакции скорректированного интервала QTc при проведении пробы с физической нагрузкой. № 2020125224: заявлено 21.07.2020, опублик.: 05.03.2021. Авторы: Терегулов Ю.Э., Салямова Л.Ф., Максумова Н.В. и соавт.: 13 с.
- Patent No. 2744354 Russian Federation, IPC A61B 5/00 (2006.01). A method for determining the normal and pathological response of the corrected QTc interval during an exercise test. No. 2020125224: declared 07.21.2020, published: 03.05.2021. Authors: Teregulov Yu.E., Salyamova L.F., Maksumova N.V. et al.: 13 p.
- Терегулов Ю.Э., Салямова Л.Ф., Максумова Н.В., Гизатулина А.Ф. Оценка интервала QT при проведении пробы с физической нагрузкой. Практическая медицина. 2018; 1(112): 30-36.
- Teregulov Yu.E., Salyamova L.F., Maksumova N.V., Gizatullina A.F. Assessment of the QT interval during exercise testing. Practical medicine. 2018; 1(112): 30-36.
- Кушаковский М.С. Аритмии сердца (3-е изд. исправл. и доп.). СПб.: Фолиант. 2007: 672 с.
- Kushakovskiy M.S. Cardiac arrhythmias (3rd ed. corrected. and additional). SPb.: Folio. 2007: 672 p.
- Шомахов Р.А., Макаренко В.Н., Бокерия Л.А. Эволюция методов диагностики и прогнозирования некоронарогенных желудочковых аритмий. Креативная кардиология. 2014; (2): 36-47.
- Shomakhov R.A., Makarenko V.N., Bockeria L.A. Evolution of methods for diagnosing and predicting non-coronary ventricular arrhythmias. Creative cardiology. 2014; (2): 36-47.
- Остроумова О.Д., Голобородова И.В. Лекарственно-индуцированное удлинение интервала QT: распространенность, факторы риска, лечение и профилактика. Consilium Medicum. 2019; 21 (5): 62-67. https://doi.org/10.26442/20751753.2019.5.190415.
- Ostroumova O.D., Goloborodova I.V. Drug-induced prolongation of the QT interval: prevalence, risk factors, treatment and prevention. Consilium Medicum. 2019; 21 (5): 62-67. https://doi.org/10.26442/20751753.2019.5.190415.
- Andřšová I., Hnatkova K., Helánová K. et al. Problems with Bazett QTc correction in paediatric screening of prolonged QTc interval. BMC Pediatrics. 2020; (20): 558-568. https://doi.org/10.1186/s12887-020-02460-8.
- Горлищев В.П., Калинин Л.А., Михальский А.И. и др. Метод коррекции электрокардиографического интервала с учетом частоты сердечных сокращений. Проблемы управления. 2016; (6): 65-70.
- Gorlishchev V.P., Kalinin L.A., Mikhalsky A.I. et al. Method of correction of the electrocardiographic interval taking into account heart rate. Management problems. 2016; (6): 65,70.

Статья поступила / Received 27.08.2024

Получена после рецензирования / Revised 27.09.2024

Принята в печать / Accepted 27.09.2024

Информация об авторах

Салямова Лилия Фидалиевна, ассистент кафедры функциональной диагностики
E-mail: lilia.salyamova@mail.ru

КГМА – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

Контактная информация:

Салямова Лилия Фидалиевна. E-mail: lilia.salyamova@mail.ru

Author information

L.F. Salyamova, Assistant at the Department of Functional Diagnostics
E-mail: lilia.salyamova@mail.ru

KSMA – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia

Contact information

L.F. Salyamova. E-mail: lilia.salyamova@mail.ru

Для цитирования: Салямова Л.Ф. Оценка электрофизиологических механизмов желудочковых эктопий при аритмогенной дисплазии правого желудочка. Медицинский алфавит. 2024;(22):20–27. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-20-27

For citation: Salyamova L.F. Assessment of electrophysiological mechanisms of ventricular ectopia in arrhythmogenic right ventricular dysplasia. Medical alphabet. 2024;(22): 20–27. https://doi.org/10.33667/2078- 5631-2024-22-20-27



Диагностика снижения сегментарной деформации миокарда левого желудочка у подростка на ранней стадии гипертрофической кардиомиопатии (клиническое наблюдение)

О.С. Грознова^{1, 3, 4}, А.А. Тарасова², Е.Г. Верченко¹, В.В. Березницкая¹

¹ ОСП «НИКИ педиатрии и детской хирургии им. академика Ю.Е. Вельтищева» ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, г. Москва

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ, г. Москва

³ Благотворительный фонд медико-социальных генетических проектов помощи «Геном Жизни», г. Москва

⁴ Кафедра инновационной педиатрии и детской хирургии Института непрерывного образования и профессионального развития ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, г. Москва

РЕЗЮМЕ

В статье представлено клиническое наблюдение, выявившее снижение сегментарной деформации миокарда левого желудочка у подростка 15 лет на ранней стадии асимметричной необструктивной гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП). Для оценки систолической функции миокарда исследовались: фракции выброса и укорочения левого желудочка, а также показатели глобальной и сегментарной деформации миокарда, определяемые при эхокардиографическом исследовании в режиме метода 2D speckle-tracking. Отмечалось отсутствие изменений фракций выброса и укорочения левого желудочка, глобальной продольной деформации миокарда, но при этом наблюдалось снижение продольной и циркулярной деформации в отдельных сегментах левого желудочка, что, в том числе, явилось основанием для назначения кардиопротективной терапии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гипертрофическая кардиомиопатия, дети, деформация миокарда, 2D спекл-трекинг, ранняя диагностика, эхокардиография.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Diagnosis of decreased segmental deformation of the left ventricular myocardium in a teenager at the early stage of hypertrophic cardiomyopathy (clinical observation)

O.S. Groznova^{1, 3, 4}, A.A. Tarasova², E.G. Verchenko¹, V.V. Bereznitskaya¹

¹ Veltishev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow

² Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

³ Charity Fund for medical and social genetic aid projects «Life Genome», Moscow

⁴ Department of Innovative Pediatrics and Pediatric Surgery, Institute of Continuing Education and Professional Development of the Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow

SUMMARY

The article presents a clinical observation that revealed a decrease in segmental deformation of the left ventricular myocardium in a 15-year-old teenager at the early stage of asymmetric non-obstructive hypertrophic cardiomyopathy (HCM). To assess myocardial systolic function, the following were used: ejection fraction and shortening of the left ventricle, as well as indicators of global and segmental myocardial deformation, determined by echocardiographic study using the 2D speckle-tracking method. There was no change in ejection fractions and shortening of the left ventricle, global longitudinal deformation of the myocardium, but there was a decrease in longitudinal and circular deformation in individual segments of the left ventricle, which, in general, was the basis for prescribing cardioprotective therapy.

KEYWORDS: hypertrophic cardiomyopathy, children, deformation myocardium, 2D speckle-tracking, early diagnosis, echocardiography.

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

Введение

Гипертрофическая кардиомиопатия является тяжелым инвалидизирующим заболеванием и имеет неблагоприятный для жизни прогноз. Распространенность ГКМП у детей составляет от 3–5: 1 млн до кумулятивной распространенности 9:10 000 к 18 годам [1–3]. Проблема высокой смертности детей с ГКМП до настоящего времени остается актуальной, так как внезапная смерть часто становится первым и единственным проявлением заболевания и, несмотря на известные факторы риска, является труднопрогнозируемой [2, 4–8]. Это предопределяет необходимость введения в широкую диагностическую практику критериев для выделения групп повышенного риска развития жизнеугрожающих состояний у детей с ГКМП, а также проведение ранней медикаментозной профилактики и коррекции образа жизни. По данным клинических рекомендаций по ГКМП к группе повышенного риска, которой необходима медикаментозная профилактика и коррекция образа жизни, относятся только: больные с обструкцией выходного тракта левого желудочка более 30 мм рт. ст.; со сниженной глобальной систолической функцией (фракция выброса менее 50%); со стенокардическими проявлениями; с жизнеугрожающими аритмиями [5]. Все эти показания соответствуют проявлениям декомпенсации ГКМП, а лечение в стадию декомпенсации прогностически неблагоприятно и менее эффективно, чем лечение на ранних стадиях. Пациентам с ГКМП без указанных показаний лечения не проводится, но таких детей, особенно при раннем выявлении ГКМП в семьях с генетически установленным диагнозом, насчитывается немало.

В связи с этим необходим дифференцированный подход к выделению группы риска внезапной сердечной смерти с целью раннего назначения кардиопротективной терапии [9–11]. Общепринятым показанием к ее проведению является снижение показателей глобальной систолической функции миокарда желудочков, к которым относятся фракция выброса и укорочения, определяемые при стандартном эхокардиографическом исследовании [5, 12–14]. Но в течение длительного времени данные показатели у детей с ГКМП могут оставаться в пределах нормативных значений вследствие компенсаторной адаптации миокарда. Их снижение наблюдается при вовлечении в патологический процесс не единичных, а большинства сегментов миокарда. Поэтому у детей с ГКМП важное значение приобретает оценка не только глобальной, но и сегментарной систолической функции миокарда, позволяющей определять нарушения в отдельных сегментах на ранней стадии заболевания. К наиболее информативным показателям как глобальной, так и сегментарной систолической функции относится деформация миокарда (strain), которая представляет собой изменение исходной геометрии миокарда в процессе сокращения в различных направлениях (продольном, радиальном, циркулярном). Она может быть измерена при стандартном эхокардиографическом исследовании в режиме метода 2D speckle-tracking, который основан на отслеживании траектории движения акустических маркеров миокарда или спеклов в течение сердечного цикла вне зависимости от угла сканирования

и поступательных движений сердца [15]. Данный метод находит все большее применение при оценке деформации миокарда у пациентов с ГКМП [16–20].

Целью нашего исследования явилась демонстрация клинического наблюдения ранней диагностики снижения сегментарной деформации миокарда левого желудочка, определяемой в режиме метода 2D speckle-tracking у подростка с впервые выявленной ГКМП.

Клиническое наблюдение

Подросток 15 лет поступил в клинику на обследование в связи с внезапной смертью старшего брата в возрасте 25 лет. Жалобы на момент поступления отсутствовали. Анамнез жизни: пациент от второй беременности (первая беременность – сын, внезапная смерть в 25 лет), протекавшей без особенностей, вторых оперативных родов в 36 недель гестации. Масса тела при рождении 3750 г, длина тела 50 см. Оценка по шкале Апгар 8–9 баллов. Раннее физическое и нервнопсихическое развитие в соответствии с возрастом. Перенесенные заболевания: частые острые респираторные заболевания, трещина лучевой кости в 13 лет, малоберцовой кости в 15 лет. В раннем возрасте наблюдался у невролога по поводу тиков. Состоит на учете у офтальмолога по поводу миопии средней степени, астигматизма. Наследственный анамнез отягощен: у матери (возраст 44 года) гипертоническая болезнь, по линии матери внезапная смерть деда в 65 лет, внезапная смерть прадеда в 78 лет, внезапная смерть родного брата прадеда в 65 лет; у отца (возраст 52 года) – ишемическая болезнь сердца, по линии отца у деда – инсульт с летальным исходом в 65 лет. На ЭКГ у скончавшегося брата отклонение электрической оси сердца влево, неполная блокада правой ножки и передней ветви левой ножки пучка Гиса, нарушение процесса реполяризации миокарда. На ЭКГ родителей значимой патологии не выявлено. Анамнез заболевания: отмечаются частые предсинкопальные состояния в душных помещениях и при повышенной эмоциональной нагрузке. Синкопальные состояния отрицает. По результатам магнитно-резонансной томографии сердца с контрастированием, выполненной за 3 месяца до поступления в стационар, отмечалась начальная гипертрофия стенок левого желудочка. Был выявлен внутримышечный мостик средней трети передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии. Показатели функционального состояния сердца не изменены. Участки локального нарушения сократимости, фиброзные и воспалительные изменения в миокарде не определялись. Данных за некомпактный миокард или аритмогенную дисплазию не получено.

При поступлении состояние удовлетворительное. Сознание ясное. Пациент контактен, активен. Вес/масса тела = 73,5 кг (перцентиль > 97%). Рост/длина = 180,5 см (перцентиль = 75–90%). Площадь поверхности тела = 1,92 м². Кожные покровы, слизистые чистые. Зев не изменен. Костно-мышечная система без особенностей. Носовое дыхание свободное. Частота дыхания 20 в минуту, одышки

нет. В легких дыхание везикулярное, хрипов нет. Пульс 72 удара в минуту, ритм правильный. Артериальное давление 110/70 мм рт. ст. Тоны сердца отчетливые, ритмичные, шумов нет. Appetit сохранен. Язык чистый. Живот мягкий, безболезненный. Печень и селезенка не пальпируются. Стул не изменен. Мочеиспускание безболезненное. Дизурические явления отсутствуют. Психическое развитие соответствует возрасту. Патологических рефлексов нет. Слух не изменен. Отмечается близорукость, астигматизм.

При обследовании в общем анализе мочи, общем и биохимическом анализе крови, гормональном профиле щитовидной железы изменений не выявлено. Исключение составили белковые фракции крови: незначительное снижение альбумина (55,6%, норма 58–65,2%) и α 2-глобулинов (10,1%, норма 10,7–14,7%), а также увеличение β -1 глобулинов (6,7%, норма 4,1–6,4%) и γ -глобулинов (19,1%, норма 8,6–17,4%). Биохимические маркеры ишемии миокарда (тропонин I=2,7 пг/мл, норма до 22,9 пг/мл; креатинфосфокиназа-MB = 1 нг/л, норма 0,7–4,6 нг/л), хронической сердечной недостаточности (натрийуретический пептид типа B = 28 пг/мл, норма 0–100 пг/мл) были в пределах допустимых значений.

При проведении теста с шести минутной ходьбой был выявлен функциональный класс I (по NYHA), степень нарушения кровообращения 0.

На стандартной электрокардиограмме покоя отмечался синусовый ритм, ЧСС = 75–79 в минуту, неполная блокада правой ножки Гиса. Значения интервала QTc варьировали от 445 мс до 451 мс, в ортостазе определялось удлинение QTc до 486–491 мс, после физической нагрузки – от нормальных значений до удлинения до 509 мс. По данным холтеровского мониторирования сердечного ритма наблюдался синусовый ритм со средней частотой 64 удара в минуту; умеренная брадикардия в течение суток; удлинение интервала QTc более 450 мс в течение 79% записи, доступной анализу; среднее значение QTc 465 мс; на максимальной ЧСС = 121 ударов в минуту отмечалось удлинение QTc до 528 мс. По результатам тредмил-теста нарушений ритма и проводимости не зарегистрировано, значения интервала QTc в претесте были от нормальных (442 мс) до удлиненных (460 мс), нормализация показателя наблюдалась на нагрузке, удлинение в периоде восстановления было до 459–470 мс.

По данным эхокардиографии пороков сердца не выявлено. Во время исследования отмечался синусовый ритм, брадикардия (ЧСС = 62–64 удара в минуту). Размеры полостей сердца в пределах нормативных значений: передне-задний размер левого предсердия = 33 мм (17,18 мм²); передне-задний размер правого предсердия = 32 мм (16,7 мм²); правый желудочек (приточный-выходной отдел) = 23 мм (11,9 мм²); левый желудочек (конечный диастолический – конечный систолический размер) = 49–31,85 мм (25,5–16,5 мм²). Незначительное увеличение объема левого предсердия (объем = 68 мл; индекс объема=35,4 мл/м², норма < 34 мл/м²). Клапанная регургитация (митральная, трикуспидальная, легочная) минимальная, в пределах физиологической нормы. Незначительная гипертрофия межжелудочковой перегородки

на базальном уровне (до 13 мм вне места крепления moderatorного пучка и трабекулы левого желудочка) с переходом на базальный передний сегмент левого желудочка. Обструкции в выходном отделе левого желудочка не выявлено (максимальный градиент давления = 9,86 мм рт. ст.). Латентная обструкция после проведения нагрузочной пробы не определялась. Масса миокарда=241,84 г; индекс массы миокарда (ASE) = 106,19 г/м². Показатели глобальной систолической функции левого желудочка: фракция выброса по Симпсону = 65% (норма 52–72%), фракция укорочения = 35% (норма 30–45%), глобальная продольная деформация = -25,6% (норма не менее -19%) были в пределах нормы. Отмечалось снижение показателей сегментарной деформации миокарда (<-19%): продольной деформации до -15% в базальном переднем сегменте и до -17% в базальном заднеперегородочном сегменте; циркулярной деформации до -9,16% в базальном переднем сегменте; до -10,53% в базальном переднебоковом и до -17,31% в базальном заднебоковом сегментах; до -15,75% в переднебоковом и до -10,91% в заднебоковом средних сегментах) и плато на пиках деформации в большинстве сегментов левого желудочка. Систолическая функция правого желудочка (систолическая экскурсия трикуспидального кольца = 22 мм; глобальная продольная деформация свободной стенки = -35–37%) не нарушена. Расчетное систолическое давление в правом желудочке (31 мм рт. ст.) в пределах нормы (до 35 мм рт. ст.). Диастолическая функция левого желудочка без особенностей, индекс E/e' (4,9) в пределах нормы (< 14).

С целью верификации диагноза, определения прогноза заболевания и дальнейшей тактики ведения подростку было проведено полногеномное секвенирование ДНК с поиском патогенных мутаций, ассоциированных с направительным диагнозом и прочими наследственными заболеваниями со сходными фенотипическими проявлениями. Обнаружен патогенный вариант rs397516357 в гетерозиготном состоянии в экзоне 8 из 8 гена TNNT3, приводящий к аминокислотной замене p.Arg186Gln. Патогенные гетерозиготные варианты в гене TNNT3 приводят к развитию нескольких типов кардиомиопатий, в том числе – гипертрофической кардиомиопатии, тип 7 (OMIM 613690) с аутосомно-доминантным типом наследования. Вариант встречается в базе данных популяционных частот gnomAD v3.1.1 с низкой частотой (1 носитель), располагается в полуконсервативном сайте (GERP++), предсказан оказывать патогенный эффект на белок компьютерными алгоритмами (CADD, FATHMM, LRT, MetaSVM, MutationTaster) и не оказывать патогенного эффекта на белок компьютерными алгоритмами (SIFT, PrimateAI, PROVEAN, Polyphen). Вариант аннотирован патогенным/вероятно патогенным в базе данных ClinVar 11 лабораториями. В дальнейшем было проведено секвенирование по Сэнгеру с целью сегрегационного анализа для вариантов, выявленных при полногеномном секвенировании ДНК. У ребенка было подтверждено наличие варианта c.557G>A гена TNNT3K соответствующий rs397516357 (19:g.55151910C>T), в гетерозиготном состоянии.

На основании клинико-анамнестических, лабораторных, функциональных, ультразвуковых и генетических исследований поставлен диагноз: Гипертрофическая кардиомиопатия, асимметричная, необструктивная форма, функциональный класс I (по NYHA), степень нарушения кровообращения 0. По совокупности данных вероятность синдрома удлиненного интервала QT была расценена как низкая.

Ввиду наличия у пациента генетически подтвержденной гипертрофической кардиомиопатии с нарушением сегментарной сократительной функции левого желудочка и ремоделированием левого предсердия, отягощенный семейный анамнез по внезапной сердечной смерти у брата пробанда, наличие у пробанда удлиненного интервала QT, несмотря на то, что в современных Клинических рекомендациях [5] «Не рекомендуется назначение бета-адреноблокаторов... пациентам с бессимптомным течением ГКМП, так как их полезное действие не доказано» было принято решение о назначении длительной терапии бета-блокатором (бисопролол 2,5 мг×1 раз в день) с возможным последующим повышением дозы в условиях стационара после проведения обследования в динамике. Во время пребывания в стационаре проводилась кардиопротективная терапия каптоприлом (12,5 мг×3 раза в день). Было рекомендовано наблюдение педиатра, детского кардиолога по месту жительства, освобождение от занятий физкультурой, спортом, интенсивных физических нагрузок, проведение контрольной эхокардиографии и плановая госпитализация через 6 месяцев.

Обсуждение

Таким образом, данное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует ранние нарушения сегментарной сократительной функции левого желудочка у подростка с впервые выявленной и генетически подтвержденной асимметричной необструктивной гипертрофической кардиомиопатией. Несмотря на сохраненные показатели глобальной систолической функции левого желудочка (фракции выброса и укорочения, продольная деформация миокарда), отмечалось снижение показателей продольной и циркулярной деформации в отдельных сегментах и плато деформации во всех сегментах левого желудочка при отсутствии изменений радиальной деформации, что, в совокупности с анамнестическими (внезапная сердечная смерть сибса в 25 лет) и другими лабораторно-инструментальными данными (удлинение интервала QT, выявленный патогенный генетический вариант в гене TNNI3), явилось основанием для постановки диагноза ГКМП и назначения кардиопротективной терапии. Следует отметить, что жизнеугрожающие нарушения сердечного ритма и высокую частоту внезапной сердечной смерти при мутациях данного гена отмечают и другие исследователи, также при отсутствии выраженного ремоделирования миокарда [21].

Заключение

Диагностика ранних нарушений сегментарной сократительной функции миокарда у детей с ГКМП с изменением показателей деформации миокарда является

приоритетной задачей в профилактике прогрессирования заболевания, предотвращении жизнеугрожающих состояний и внезапной сердечной смерти.

Список литературы / References

1. Colan S.D., R. Margossian R. Hypertrophic Cardiomyopathy. Chapter 19 in Heart Failure in the Child and Young Adult. Copyright © 2018 Elsevier Inc. All rights reserved. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-802393-8.00019-3>.
2. Alexander PMA, Nugent AW, Daubeney PEF et al. National Australian Childhood Cardiomyopathy Study. Long-term outcomes of hypertrophic cardiomyopathy diagnosed during childhood: results from a national population-based study // *Circulation*. – 2018. – Vol. 138 (1). – P. 29–36. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.028895.
3. Norrish G., Field E., Mcleod K. et al. Clinical presentation and survival of childhood hypertrophic cardiomyopathy: a retrospective study in United Kingdom // *Eur Heart J*. – 2019. – Vol. 40 (12). – P. 986–993. doi:10.1093/eurheartj/ehy798.
4. Леонтьева И.В., Ковалев И.А. Прогноз при гипертрофической кардиомиопатии у детей // *Педиатрия им. Г.Н. Сперанского*. – 2020. – Vol. 99 (3). – P. 235–244. Leontyeva I.V., Kovalev I.A. Prognosis for hypertrophic cardiomyopathy in children // *Pediatrics n.a. G.N. Speransky*. – 2020. – 99 (3). P. 235–244. [in Russian].
5. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. Гипертрофическая кардиомиопатия. 2023. 167 с. Clinical recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation. Hypertrophic cardiomyopathy. 2023. 167 p.
6. Bharucha T., Lee K.J., Daubeney PEF et al. Sudden death in childhood cardiomyopathy: Results from a long-term national population-based study // *J Am Coll Cardiol*. – 2015. – Vol. 65 (21). – P. 2302–2310. doi: 10.1016/j.jacc.2015.03.552.
7. Goff Z.D., Calkins H. Sudden death related cardiomyopathies – hypertrophic cardiomyopathy // *Prog Cardiovasc Dis*. – 2019. – Vol. 62 (3). – P. 212–216. doi: 10.1016/j.pcad.2019.04.001.
8. Rowin EJ, Sridharan A., Madias C. et al. Prediction and Prevention of Sudden Death in Young Patients (<20 years) With Hypertrophic Cardiomyopathy // *Am J Cardiol*. – 2020. – Vol. 128. – P. 75–83. doi: 10.1016/j.amjcard.2020.04.042.
9. Chaudhry-Waterman N., Cohen M.I. Newer risk assessment strategies in hypertrophic cardiomyopathy // *Curr Opin Cardiol*. – 2021. – Vol. 36 (1). P. 80–88. doi: 10.1097/HCO.0000000000000804.
10. Norrish G., Ding T., Field E. et al. Development of a Novel Risk Prediction Model for Sudden Cardiac Death in Childhood Hypertrophic Cardiomyopathy (HCM Risk-Kids) // *JAMA Cardiol*. – 2019. – Vol. 4 (9). – P. 918–927. doi:10.1001/jamacardio.2019.2861.
11. Towbin J.A., McKenna W.J., Abrams D.J. et al. HRS expert consensus statement on evaluation, risk stratification, and management of arrhythmogenic cardiomyopathy // *Heart Rhythm*. – 2019. – Vol. 16 (11). – P. e301–e371. doi: 10.1016/j.hrthm.2019.05.007.
12. Mitchell C., Rahko P.S., Blauwet L.A. et al. Guidelines for performing a comprehensive transthoracic echocardiographic examination in adults: recommendations from the American Society of Echocardiography // *J Am Soc Echocardiogr*. – 2019. – Vol. 32 (1). – P. 1–64. doi: 10.1016/j.echo.2018.06.004.
13. Norrish G., Kaski J.P. Risk stratification in childhood hypertrophic cardiomyopathy // *Global Cardiology Science and Practice*. – 2018. – Vol. 3. – P. 24. doi:10.21542/gcsp.2018.24.
14. Parato V.M., Antoncacci V., Sozzi F. et al. Echocardiographic diagnosis of the different phenotypes of hypertrophic cardiomyopathy (Italian Chapter of ISCU) // *Cardiovasc Ultrasound*. – 2016. – Vol. 14 (1). – P. 30. doi: 10.1186/s12947-016-0072-5.
15. Voigt J.J., 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. – Vol. 16 (1). – P. 1–11. doi: 10.1093/ehjci/jeu184.
16. Алехин М.Н. Двухмерная спекл-трекинг-эхокардиография для оценки деформации миокарда и камер сердца. Учебное пособие. М.: Издательский дом Видар-М, 2022. 112 с. Alekhin M.N. Two-dimensional speckle-tracking echocardiography for the assessment of myocardial deformity and heart chambers. Textbook. Moscow: Publishing house Vidar-M, 2022. 112 p.
17. Бокерия Л.А., Алехин М.Н., Машина Т.В. и др. Современные ультразвуковые технологии в кардиологии и кардиохирургии. М.: ФГБУ «НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ, 2018. 140 с. Bokeria L.A., Alekhine M.N., Mashina T.V., etc. Modern ultrasound technologies in cardiology and cardiac surgery. Moscow: Federal State Budgetary Institution «NMCSSH named after A.N. Bakulev» Ministry of Health of the Russian Federation, 2018. 140 p.
18. Baudry G., Mansencal N., Reynaud A. et al. Global and regional echocardiographic strain to assess the early phase of hypertrophic cardiomyopathy due to sarcomeric mutations // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. – 2020. – Vol. 21 (3). – P. 291–298. doi: 10.1093/ehjci/jez084.
19. Huang J., Yan Z.N., Rui Y.F. et al. Left ventricular short-axis systolic function changes in patients with hypertrophic cardiomyopathy detected by two-dimensional speckle tracking imaging // *BMC Cardiovasc Disord*. – 2018. – Vol. 18 (1). – P. 13. doi: 10.1186/s12872-018-0753-0.
20. Yang Y., Wu D., Wang H. et al. Prognostic value of global longitudinal strain in hypertrophic cardiomyopathy: A systematic review and meta-analysis // *Clin Cardiol*. – 2022. – Vol. 45 (12). – P. 1184–1191. doi: 10.1002/clc.23928.
21. Arad M., Penas-Lado M., Monserrat L. et al. Gene mutations in apical hypertrophic cardiomyopathy // *Circulation*. – 2005. – Vol. 112 (18). – P. 2805–2811. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.547448

Информация об авторах

Грознова Ольга Сергеевна, д.м.н., главный научный сотрудник отдела детской кардиологии и аритмологии, директор, профессор кафедры инновационной педиатрии и детской хирургии
ORCID: 0000-0002-7511-3240
Тарасова Алла Алексеевна, д.м.н., профессор, профессор кафедры лучевой диагностики детского возраста, ORCID: 0000-0002-8033-665X
Верченко Елена Геннадьевна, к.м.н., врач ультразвуковой диагностики отделения функциональной диагностики нарушений сердечного ритма
ORCID: 009-001-6469-3171
Береznitskaya Вера Васильевна, к.м.н., заведующая детским кардиологическим отделением нарушений сердечного ритма
ORCID: 0000-0002-2119-1690

¹ ОСП «НИКИ педиатрии и детской хирургии им. академика Ю.Е. Вельтищева» ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, г. Москва
² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ, г. Москва
³ Благотворительный фонд медико-социальных генетических проектов помощи «Геном Жизни», г. Москва
⁴ Кафедра инновационной педиатрии и детской хирургии Института непрерывного образования и профессионального развития ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, г. Москва

Контактная информация:

Грознова Ольга Сергеевна. E-mail: ogroznova@internet.ru

Для цитирования: Грознова О.С., Тарасова А.А., Верченко Е.Г., Береznitskaya В.В. Оценка электрофизиологических механизмов желудочковых эктопий при аритмогенной дисплазии правого желудочка. Медицинский алфавит. 2024;(22):29–33. <https://doi.org/10.33667/2078-631-2024-22-29-33>

Author information

Groznova Olga Sergeevna, Dr. Med. Sc., chief Researcher of the Department of Pediatric Cardiology and Arrhythmology, director, Professor of the Department of Innovative Pediatrics and Pediatric Surgery
ORCID: 0000-0002-7511-3240
Tarasova Alla Alekseevna, Dr. Med. Sc., Professor, Professor of the Department of Radiation Diagnostics of children
ORCID: 0000-0002-8033-665X
Verchenko Elena Gennadievna, Cand. Med. Sc., ultrasound diagnostics doctor of the Department of functional diagnostics of cardiac arrhythmias
ORCID: 009-001-6469-3171
Bereznitskaya Vera Vasilievna, Cand. Med. Sc., Head of the Pediatric Cardiology Department of Cardiac Arrhythmias
ORCID: 0000-0002-2119-1690

¹ Veltischev Research and Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery of the Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow
² Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow
³ Charity Fund for medical and social genetic aid projects «Life Genome», Moscow
⁴ Department of Innovative Pediatrics and Pediatric Surgery, Institute of Continuing Education and Professional Development of the Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow

Contact information

Groznova Olga Sergeevna. E-mail: ogroznova@internet.ru

For citation: Groznova O.S., Tarasova A.A., Verchenko E.G., Bereznitskaya V.V. Diagnosis of decreased segmental deformation of the left ventricular myocardium in a teenager at the early stage of hypertrophic cardiomyopathy (clinical observation). Medical alphabet. 2024;(22): 29–33. <https://doi.org/10.33667/2078-631-2024-22-29-33>



Роль применения фокусного ультразвукового исследования у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST на этапе первичного осмотра

А.В. Костин^{1,2,3}, Д.В. Скрыпник^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России

² ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница им. И.В. Давыдовского Департамента здравоохранения города Москвы»

³ ГБУ города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В настоящее время, применяемый алгоритм диагностики на этапе первичного осмотра пациентов с ОКСпST, включающий сбор анамнеза и регистрацию ЭКГ может быть недостаточным для дифференциальной диагностики. Короткие протоколы фокусного ультразвукового исследования могут повысить диагностическую точность первичного осмотра, однако в настоящее время не существует четких и понятных алгоритмов, где оно может быть необходимо. **Цель.** Оценить влияние рутинного фокусного ультразвукового исследования на этап первичного осмотра пациентов с ОКСпST. **Материалы и методы.** В одноцентровое проспективное когортное исследование включено 228 пациентов с диагнозом ОКСпST. Включение пациентов проводилось на базе ГКБ им. И.В. Давыдовского в период с 2019 по 2023 годы. **Результаты.** Основную группу составили 126 пациентов у которых протокол фокусного ультразвукового исследования выполнялся рутинно, в контрольную группу вошли 102 пациента со стандартным алгоритмом обследования. Первичная конечная точка, включавшая время от двери до заведения коронарного проводника оказалась лучше в основной группе по сравнению с группой контроля (Me [Q1–Q3], 30 [27–37] против 37 [31,5–45] минут, $p < 0,001$). Это преимущество было достигнуто за счет этапа «операционная – инструмент», где время в основной группе оказалось меньше (Me [Q1–Q3], 10 [10–15] против 15 [15–25] минут, $p < 0,001$). Вторичная конечная точка оценивала вероятность смены диагноза, которая не различалась между группами на этапе первичного осмотра (abs (%), 24 (19%) против 25 (24,5%), $p = 0,318$), но чаще происходила после инвазивной ангиографии в контрольной группе (abs (%), 15 (11,9%) против 24 (23,5), $p = 0,036$). Выявление значимой кардиальной патологии при первичном осмотре было больше в основной группе (abs (%), 87 (69,0%) против 24 (23,5), $p < 0,001$). **Выводы.** Рутинное применение фокусного ультразвукового исследования у пациентов с ОКСпST не удлиняет время до реваскуляризации и обладает высокой диагностической точностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: острый коронарный синдром, фокусное ультразвуковое исследование, острый инфаркт миокарда, окспст, blue-протокол.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Focus ultrasound in patients with ST-elevation myocardial infarction during initial physical examination

A.V. Kostin^{1,2,3}, D.V. Skrypnik^{1,2}

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation

² I.V. Davydovsky Moscow City Clinical Hospital

³ Research Institute for Health-care and Medical Management of Moscow Healthcare Department

SUMMARY

Background. The generally algorithm for the initial physical examination of patients with STEMI, including medical history and ECG, is inadequate. Short focal ultrasound protocols can improve the diagnostic accuracy of the initial physical examination, but when they are needed, there are currently no clear and understandable algorithms. **Objective.** Evaluate the impact of routine focal ultrasound on the initial physical examination of STEMI patients. **Material and methods.** A total of 228 patients with STEMI were included in a single-center prospective cohort study. The patients will be enrolled at the I.V. Davydovsky Moscow City Clinical Hospital from 2019 to 2023. **Results.** The main group consisted of 126 patients undergoing routine focal ultrasound, the control group 102 patients with standard physical examination algorithm. The primary endpoint including door-to-instrument time was better in the study group compared to the control group (Me [Q1–Q3], 30 [27–37] vs. 37 [31.5–45] minutes, $p < 0.001$). The advantage was achieved by a shorter Cath lab-to-instrument time in the study group (Me [Q1–Q3], 10 [10–15] vs. 15 [15–25] minutes, $p < 0.001$). The secondary endpoint was the probability of a change in diagnosis, which did not differ between groups at the initial examination (abs (%), 24 (19%) vs. 25 (24.5%), $p = 0.318$), but occurred more frequently after invasive angiography in the control group (abs (%), 15 (11.9%) vs. 24 (23.5), $p = 0.036$). The detection of significant cardiac pathology during initial physical examination was higher in the main group (abs (%), 87 (69.0%) versus 24 (23.5), $p < 0.001$). **Conclusion.** The routine use of focal ultrasound in patients with STEMI does not increase the time to revascularization and has a high degree of diagnostic accuracy.

KEYWORDS: acute coronary syndrome, focus ultrasound, myocardial infarction, stemi, blue protocol.

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

Введение

Электрокардиография (ЭКГ) в настоящее время остается главным и часто единственным инструментальным методом исследования у пациентов, которым проводится инвазивное вмешательство по поводу острого коронарного синдрома с подъемом сегмента ST (ОКСпST) [1]. Ключевые аспекты ЭКГ-диагностики острого инфаркта миокарда (ОИМ), заложенные уже в ставшем уже классическом исследовании GUSTO, послужили основой для принятия решения по маршрутизации больных с ОКСпST [2]. Временной интервал оказания помощи пациентам с ОКСпST ограничивает возможности проведения иных дополнительных исследований, которые в ряде клинических ситуаций могут быть необходимы. Ультразвуковой метод является простым и информативным способом повысить точность обследования пациентов с ОКСпST, однако применяемые алгоритмы остаются предметом обсуждения. Текущие клинические рекомендации Российского и европейского обществ кардиологов допускают выполнение ультразвукового исследования сердца у пациентов с ОКСпST в том случае, если имеет место гемодинамическая нестабильность или проводится дифференциальный диагноз шока [1, 3]. В то же время, существуют опасения, что дополнительные исследования помимо стандартного осмотра смогут удлинить время до транспортировки пациента в рентгеноперационную. Такая позиция мотивируется тем, что специалист по ультразвуковой диагностике может быть не всегда доступен на этапе первичного осмотра, а его ожидание безусловно приводит к потере времени. В такой ситуации врач, проводящий первичный осмотр пациента, может выполнить исследование самостоятельно. Короткие ультразвуковые протоколы, применяемые при осмотре являются высокоинформативными, ими легко обучить врачей разных специальностей, а полученные данные хорошо коррелируют с результатами экспертной трансторакальной ЭХО-КГ [4].

Мы решили провести исследование, направленное на оценку роли рутинного использования фокусного ультразвукового осмотра при первичном обследовании у пациентов в ОКСпST.

Материалы и методы

В проспективное одноцентровое когортное исследование, проведенное на базе ГБУЗ ГКБ им. И.В. Давыдовского ДЗМ с декабря 2019 года по ноябрь 2023 года было включено 228 пациентов, поступивших в блок кардиореанимации с диагнозом ОКСпST. Критериями включения были: а) возраст старше 18 лет; б) наличие жалоб на боли в грудной клетке; в) ЭКГ признаки подъема сегмента ST более 0,1 мВ минимум в двух смежных отведениях или элевация сегмента ST в отведении aVR или БЛНПГ; г) индекс массы тела менее 40 кг/м².

Критериями исключения являлись: а) атипичный болевой синдром, который исключал ОКСпST до проведения дополнительных методов исследования; б) отказ пациента от коронарографии; в) невозможность по техническим причинам сразу направить пациента на коронарографию;

г) выполнение процедуры фокусного ультразвукового исследования специалистом, который самостоятельно провел менее 50 исследований и не проходил дополнительного обучения.

Первичная конечная точка представляла оценку внутригоспитальных временных интервалов у пациентов ОИМпST, которым проводилась реваскуляризация. Диагноз ОИМ у всех пациентов был поставлен согласно четвертому универсальному определению [5]. К внутригоспитальным временам относились: дверь-операционная, операционная-инструмент, дверь-инструмент. Время «дверь-операционная» измерялось от момента контакта пациента с врачом-кардиологом до момента транспортировки в рентгеноперационную. Время «операционная-инструмент» измерялось от момента поступления пациента в рентгеноперационную до момента проведения коронарного проводника в инфаркт-связанную артерию. Время «дверь-инструмент» представляло из себя сумму описанных выше времен. Вторичная конечная точка оценивала количество верифицированного инфаркта миокарда, этап его определения (до КАГ или после), а также количество выявленных пациентов с зарегистрированной клинически значимой сопутствующей патологией. К ней относились: снижение фракции выброса менее 40%, тяжелая клапанная патология, механические осложнения ОМ, инфаркт правого желудочка (ПЖ), выявленные тромбоз верхушки левого желудочка (ЛЖ), соотношение ПЖ к ЛЖ более 1, как индикатор тромбоэмболии легочной артерии, В-линии более 2-х баллов.

Контрольная группа представляла пациентов, которые имели традиционный подход к обследованию, включавший в себя: осмотр врачом-кардиологом со сбором жалоб и короткого анамнеза; взятие общего анализа крови, биохимического анализа крови, коагулограммы, анализа крови на высокочувствительный тропонин; регистрацию 12-канальной ЭКГ, а так же в случае элевации сегмента ST в отведениях III, aVF – регистрацию дополнительных отведений (V7-V9, V3R-V4R); ультразвуковое исследование выполнялось на усмотрение врача и в рамках текущих клинических рекомендаций.

Основная группа помимо традиционного подхода к обследованию имела УЗ-ассистированный осмотр у всех пациентов, который включал: проведение фокусного ЭхоКГ, оценку лучевой артерии в месте пункции и выполнение ультразвукового исследования легких. Так же всем пациентам вне зависимости от локализации подъема сегмента ST регистрировались дополнительные отведения (V7-V9, V3R-V4R). В случае выполнения инвазивной коронарографии осуществление сосудистого доступа проводилась с использованием ультразвуковой ассистенции.

УЗ-ассистированный осмотр сердца

Фокусная ЭхоКГ (Focused cardiac ultrasound или FOCUS) выполнялась врачом-кардиологом, который осматривал пациента во время поступления параллельно со сбором жалоб и анамнеза. Для выполнения исследования применялась портативная ультразвуковая система Philips CX50 (США) с использованием сек-

торального датчика Philips S5-1 (1–5 MHz). Протокол включал в себя: парастернальный доступ в проекциях по короткой и длинным осям, апикальный доступ в четырехкамерной и двухкамерной проекциях и субкостальный доступ. Ключевыми объектами исследования служили наличие или отсутствие выраженной дисфункции структур и камер сердца. К оценкам были отнесены следующие параметры: наличие снижения фракции выброса (ФВ) ЛЖ менее 30% или менее 40%; наличие зон локального нарушения сократимости или диффузное снижение сократимости ЛЖ; наличие зон нарушенной сократимости ПЖ; соотношение размеров ПЖ к ЛЖ; наличие жидкости в полости перикарда с компрессией или без ПЖ; наличие тяжелых патологий митрального или аортального клапанов. Подробный алгоритм и подход использованного протокола общепринят и отражен в Российском согласительном документе по проведению фокусной Эхо-КГ [6].

УЗ-ассистированный осмотр легких

Исследование легких выполнялось сразу после фокусного ЭхоКГ с применением такого же оборудования. В основе методологии лежал сокращенный вариант BLUE-протокола (Basic Lung Ultrasound Examination) [7]. В отличие от оригинального протокола задачей врача была короткая оценка структуры легочной ткани в двух точках с каждой из сторон (шестизональный вариант). Секторальный датчик последовательно позиционировался во 2-м и 3-м межреберных промежутках по среднеключичной линии, а также в 5 межреберном промежутке по средней подмышечной линии с обеих сторон. Основной задачей поиска являлось выявление интерстициального синдрома, проявляющегося В-линиями. Наличие легочного застоя подтверждалось в случае регистрации двусторонних В-линий. Наличие более трех В-линий в одном секторе обозначалось 1 баллом.

УЗ-ассистированный осмотр лучевой артерии

Протокол исследования лучевой артерии, как основной точки сосудистого доступа выполнялся с применением линейного датчика Philips L12-3 (3–12 MHz). Оценка проходимости лучевой артерии включала в себя наличие антеградного кровотока при доплеровском исследовании в средней и дистальной третях предплечья.

Статистическая обработка данных производилась в программе SPSS Statistics 27. Количественные данные, имевшие нормально распределение описывались с вычислением средней (М) и стандартного отклонения (SD), в случае ненормального распределения находилась медиана (Me) и интерквартильный размах (IQR). Номинальные переменные описаны с абсолютным (n) и относительными значениями (%). Параметрический и непараметрический анализ проводился с использованием t-критерия Стьюдента и Манна-Уитни соответственно. Номинальные данные оценены при помощи хи-кварты Пирсона и точного критерия Фишера. Значение $p < 0,05$ считалось статистической достоверностью.

Результаты

Основную группу составили 126 пациентов, в группу контроля вошли 102 пациента. В результате сравнения групп по основным характеристикам были получены следующие различия. В контрольной группе чаще встречались пациентки женского пола, по сравнению с основной группой ($p = 0,043$). В основной группе было отмечено большее количество пациентов с дислипидемией ($p < 0,006$). Не смотря на то, что абсолютные медианы значений диастолического давления не различались, были получены достоверное отличие между группами ($p < 0,001$). Вероятнее всего разница в диастолическом давлении обусловлена в целом более высоким давлением с которым поступали пациенты контрольной выборки. По нашему мнению, перечисленные различия не могли повлиять на итоговые результаты конечных точек. По остальным анамнестическим, витальным показателям и состояниям статистической разницы между группами получено не было. Подробные характеристики групп отражены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1
Основные исходные характеристики групп.

Показатель	Основная (n=126)	Контрольная (n=102)	p
Возраст, лет, М ± SD	61,9 ± 13,1	62,4 ± 14,3	0,805
Рост, см, Ме [Q1–Q3]	174 [168–178]	170 [164–178]	0,160
Вес, кг, Ме [Q1–Q3]	82 [73–90]	81,5 [72–95]	0,840
ИМТ, кг/м ² , Ме [Q1–Q3]	27,1 [24,7–30,8]	27,8 [25,1–31,6]	0,177
Мужской пол, абс (%)	99 (78,6)	68 (66,7)	0,043*
Курение, абс (%)	76 (60,3)	51 (50,0)	0,119
Стенокардия напряжения, абс (%)	40 (31,7)	40 (39,2)	0,240
Инфаркт миокарда, абс (%)	26 (20,6)	15 (14,7)	0,246
Сахарный диабет, абс (%)	32 (25,4)	22 (21,6)	0,499
Артериальная гипертензия, абс (%)	105 (83,3)	88 (86,3)	0,540
Дислипидемия, абс (%)	57 (45,2)	28 (27,5)	<0,006*
ЧКВ в анамнезе, абс (%)	11 (8,7%)	3 (2,9)	0,096
ФП или ТП, абс (%)	15 (11,9)	13 (12,7)	0,848
ХПН < 3 ст, абс (%)	9 (7,1)	6 (5,9)	0,792
ХСН в анамнезе, абс (%)	15 (11,9)	7 (6,9)	0,261

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Сокращения: ИМТ – индекс массы тела, ФП – фибрилляция предсердий, ТП – трепетание предсердий, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство, ХПН – хроническая почечная недостаточность, ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

Таблица 2
Витальные показатели и состояния на момент поступления

Показатель	Основная (n=126)	Контрольная (n=102)	p
ЧСС, уд/мин, Ме [Q1–Q3]	81,5 [70–93]	81,5 [70–92]	0,970
Систолическое АД, мм рт. ст., Ме [Q1–Q3]	135 [115–150]	140 [120–160]	0,105
Диастолическое АД, мм рт. ст., Ме [Q1–Q3]	80 [70–90]	80 [75–100]	0,005*
Шок, абс (%)	11 (8,7)	8 (7,8)	0,734
Отек легких, абс (%)	11 (8,7)	5 (4,9)	0,306
Сис. АД. Менее 90 мм рт. ст., абс (%)	14 (11,1)	9 (9,0)	0,602
SpO ₂ менее 90%, абс (%)	21 (16,7)	12 (11,8)	0,296

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Сокращения: ЧСС – частота сердечных сокращений, АД – артериальное давление.

Подтвержденный диагноз ОИМпСТ и проведенная реваскуляризация были достигнуты у 102 пациентов основной группы и 79 пациентов из группы контроля. Ключевые

Таблица 3
Основные временные параметры, оцениваемые у пациентов с ОКСпST, которым проводилась реваскуляризация

Временной показатель	Основная (n=102)	Контрольная (n=79)	p
Боль – инструмент, мин, Ме [Q1–Q3]	247,5 [136–590]	275 [150–840]	0,162
Дверь – операционная, мин, Ме [Q1–Q3]	20 [15–25]	20 [15–25]	0,802
Операционная – инструмент, мин, Ме [Q1–Q3]	10 [10–15]	15 [12–25]	<0,001*
Дверь – инструмент, мин, Ме [Q1–Q3]	30 [27–37]	37 [31,5–45]	<0,001*

* – различия показателей статистически значимы (p<0,05).

Таблица 4
Результаты фокусного ультразвукового исследования и его влияние на диагностические алгоритмы

Показатель	Основная (n=126)	Контрольная (n=102)	p
Фокусный ультразвуковой протокол исследования на этапе первичного осмотра, абс (%)	126 (100)	7 (6,9)	< 0,001*
Фокусный ультразвуковой протокол исследования на этапе рентгенооперационной, абс (%)	10 (7,9)	24 (23,5)	0,001*
В-линий, в баллах Ме [Q1–Q3]	3 [2–4]	3,5 [2–6]	0,287
Смена диагноза ОКС, абс (%)	24 (19,0)	25 (24,5)	0,318
Вместо КАГ выполнено КТ	6 (4,8)	1 (1)	0,134
Смена диагноза ОКС до КАГ, абс (%)	9 (7,1)	1 (1)	0,025*
Смена диагноза ОКС после КАГ, абс (%)	15 (11,9)	24 (23,5)	0,036*
КАГ не проводилась, абс (%)	6 (4,8%)	2 (2,0)	0,302
Выявленная значимая патология при фокусном ультразвуковом обследовании	87 (69,0)	24 (23,5)	< 0,001*

* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Сокращения: ОКС – острый коронарный синдром, КАГ – коронарная ангиография.

Таблица 5
Данные, полученные среди пациентов, у которых применялся рутинный протокол фокусного ультразвукового исследования

Показатель	Пациенты n=126
Фракция выброса ЛЖ менее 30%, абс (%)	23 (18,3)
Фракция выброса ЛЖ менее 40%, абс (%)	62 (49,2)
Диффузное снижение сократимости, абс (%)	14 (11,1)
Тяжелая митральная недостаточность, абс (%)	12 (9,5)
Тяжелый аортальный стеноз, абс (%)	3 (2,4)
Поражение ПЖ, абс (%)	32 (25,4)
Механические осложнения ОИМ, абс (%)	4 (3,2)
Спадение нижней полой вены более 75%, абс (%)	12 (9,5)
Тромбированная аневризма верхушки ЛЖ, абс (%)	6 (4,8)
ПЖ > ЛЖ	3 (2,4)
В-линии более чем в 2-х точках, абс (%)	33 (26,2)

* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Сокращения: ЛЖ – левый желудочек, ПЖ – правый желудочек, ОИМ – острый инфаркт миокарда.

чевой показатель «дверь-инструмент» оказался на 7 минут меньше в основной группе по сравнению с группой контроля (p < 0,001). Был проведен анализ этапов входящих в понятие «дверь-инструмент» (таблица 3). Отмечено, что на этапе первичного осмотра и транспортировки пациента в рентгенооперационную группы не различались по времени (p = 0,802). Однако, на следующем этапе в основной

группе врач тратил в 1,5 раза меньше времени для выполнения катетеризации устья коронарной артерии и введения проводника, чем в группе контроля (p < 0,001).

Оценка вторичных конечных точек показала, что фокусное ультразвуковое исследование проводилось лишь у 10 пациентов (6,9%) стандартного подхода обследования по сравнению с 126 пациентами (100%) в группе расширенного протокола (p < 0,001). В то же время стандартный подход достоверно чаще требовал интраоперационного фокусного ультразвукового исследования, которое было выполнено у 24 пациентов (23,5%) и имело достоверные различия с основной группой (p = 0,001). Так же было отмечено, что благодаря рутинному фокусному ультразвуковому исследованию чаще осуществлялась смена концепции диагноза до проведения коронарографии (p = 0,025). В итоге это позволило избежать инвазивного исследования у 6 пациентов (4,8%) основной группы и заменить его неинвазивной коронарографией при помощи компьютерной томографии (КТ).

Состояния, которые могли иметь клиническое значение были выявлены у 87 пациентов (69%) рутинного применения фокусного ультразвукового исследования, по сравнению с 24 пациентами (23,5%) группы контроля (p < 0,001). Основные показатели анализа вторичных точек отражены в таблице 4, а данные полученные при фокусном ультразвуковом исследовании основной группы в таблице 5.

Обсуждение

Наше исследование демонстрирует, что добавление к стандартному осмотру фокусного ультразвукового исследования не удлиняет внутригоспитальное реперфузионное время и даже способно его сократить. Как показал анализ структуры временного интервала «дверь-инструмент» у пациентов с ОИМпST, преимущество достигается за счет времени «операционная-инструмент». Вероятнее всего объяснением этому могут быть три основные причины. Во-первых, благодаря проведению УЗ-ассистенции при пункции лучевой артерии достоверно повышается вероятность пункции с первой попытки и тем самым снижается время осуществления доступа, как было показано нами ранее [8]. К тому же качественная первичная пункция сокращает вероятность спазма лучевой артерии, что может существенно удлинить дальнейшие манипуляции [9]. Во-вторых, оператор обладал знанием о диаметре корня аорты, что позволяло в ряде случаев с первого раза правильно подобрать размер и форму коронарного катетера и тем самым сократить время катетеризации. Особенно это имеет значение при вмешательствах на бассейне левой коронарной артерии, которых в клинической практике бывает большинство. В-третьих, в группе контроля по тем или иным причинам фокусный ультразвуковой осмотр достоверно чаще требовался уже в операционной, что могло потенциально удлинить время.

В свою очередь главными преимуществами рутинного фокусного ультразвукового осмотра является более точная диагностика грубой патологии по сравнению с традиционным подходом. В работе Mehta M. и соавторов было показано, что чувствительность физикальной

оценки для выявления кардиальной патологии составила 47%, в то время как использование карманного ультразвукового аппарата повышало диагностическую точность до 87% ($p < 0,0001$) [10]. Принимая во внимание факт ограничения во времени принятия решений у пациентов с ОКСпСТ врачу может быть трудно понять в какой ситуации ультразвук даст наибольшее преимущество. Это предположение находит отражение в наших данных, где показано, что частота предоперационного ультразвука при традиционном алгоритме осмотра составляла всего 6,9%, а в операционной количество исследований росло из-за изменения клинической ситуации. Нами было показано, что суммарно у 87 пациентов (69%) основной группы имелись состояния, которые могли повлиять на тактику лечения. Выявленная при фокусном ЭхоКГ сниженная фракция выброса ЛЖ менее 30% в сочетании с многососудистым поражением, сложной коронарной анатомией или кардиогенным шоком, указывала на критическую необходимость механической поддержки. В нашем исследовании среди пациентов основной группы у 4-х человек была выполнена процедура вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО). С другой стороны, механические осложнения, которые практически невозможно определить без ультразвука сердца, влияют на выбор стратегии вмешательства и в первую очередь требуют открытой хирургии. Так же нами было замечено, что у 5 пациентов, поступавших с систолическим АД менее 90 мм рт.ст. и признаками шока имелась «спавшаяся» нижняя полая вена (НПВ). Этот симптом крайне важен, так как указывает на гиповолемический генез снижения АД. В такой ситуации обычная инфузионная поддержка с контролем наполнения НПВ и правого желудочка способна улучшить гемодинамический статус без дополнительной медикаментозной терапии. Эти предположения отражены в работе, посвященной волемическому статусу, где было показано, что визуальная оценка НПВ с применением протокола FOCUS имеет достоверную корреляцию с объемом циркулирующей крови и должна использоваться как индикатор контроля инфузионной терапии [11].

Еще одной проблемой диагностики ОКСпСТ является ограниченная точность методики ЭКГ для определения инфаркт-связанного поражения. Наличие изолированного подъема сегмента ST как минимум в двух отведениях имеет 50% чувствительность для определения окклюзии крупной эпикардиальной артерии, и хотя появление реципрокных изменений может увеличить чувствительность до 84%, частота ложноположительных результатов остается высокой [12]. Вероятнее всего этим обусловлен факт более частого проведения инвазивной коронарографии у пациентов без обструктивного поражения коронарного русла в контрольной группе и большей доли пациентов, у которых инвазивное исследование удалось избежать при рутинном фокусном ЭхоКГ. Конечно, в современной практике визуализация коронарного русла необходима, однако проведение инвазивного исследования у пациентов с сомнительной вероятностью коронарного поражения не только экономически неэффективно, но и сохраняет

риск периперационных осложнений [13]. Неинвазивная визуализация коронарных артерий при современной КТ имеет высокое качество и получает все большее распространение в том числе среди пациентов с ОКС [14]. Так в основной группе в 6 случаях было принято решение о коронарной визуализации путем КТ-ангиографии, которая продемонстрировала отсутствие коронарного поражения, что в совокупности с отрицательным тропониновым тестом позволило исключить диагноз острого инфаркта миокарда и избежать ненужной инвазии.

Ограничением настоящего исследования являлось отсутствие рандомизации, таким образом группы могли иметь ограничения по отражению реальной структуры заболеваний, встречавшихся под маской ОКС. Хотя польза от ультразвуковой ассистенции при пункции и знание размеров восходящей аорты дает преимущество, существуют и другие причины, влияющие на время до катетеризации. К таким причинам относят анатомию и извитость плечевого головного ствола, анатомические особенности артерии верхних конечностей, которые не анализировались в нашем исследовании. Так же стоит заметить, что воспроизведение модели полученных данных возможно в условиях, когда команда владеет достаточными опытом и навыками фокусного ультразвукового исследования. Для повышения диагностической точности нами были исключены пациенты с избыточным ожирением, у которых проведение ультразвука может вызывать трудности не только у обученных специалистов, но и у экспертной категории врачей.

Заключение

Добавление рутинного использования фокусного ультразвукового исследования к первичному осмотру пациентов с ОКСпСТ является безопасным и эффективным способом повысить диагностическую точность осмотра и в некоторых случаях избежать неоправданного инвазивного вмешательства.

Список литературы / References

1. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические Рекомендации Минздрава РФ. 2020. Acute myocardial infarction with elevation of the ST segment of the electrocardiogram. Clinical Recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2020.
2. Rosso AM. The effects of tissue plasminogen activator, streptokinase, or both on coronary-artery patency, ventricular function, and survival after acute myocardial infarction. *N Engl J Med.* 1993;1615–22.
3. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2023;44:3720–826. doi: 10.1093/eurheartj/ehad191.
4. Kuznetsov VA, Shirokov NE, Soldatova AM, et al. Focused echocardiography. *Med Vis.* 2019;22:51–8. doi: 10.24835/1607-0763-2018-6-51-58.
5. Domienik-Karłowicz J, Kupczyńska K, Michalski B, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction. Selected messages from the European Society of Cardiology document and lessons learned from the new guidelines on ST-segment elevation myocardial infarction and non-ST-segment elevation-acute coronary syndrome. *Cardiol J.* 2021;28:195–201. doi: 10.5603/CJ.a2021.0036.
6. Mareev YuV, Dzhiyeva ON, Zorya OT, et al. Focus ultrasound for cardiology practice. Russian consensus document. *Kardiologija.* 2021;61:4–23. doi: 10.18087/kardio.2021.11.n1812.
7. Murali A, Prakash A, Dixit R, et al. Lung ultrasound for evaluation of dyspnea: a pictorial review. *Acute Crit Care.* 2022;37:502–15. doi: 10.4266/acc.2022.00780.
8. Костин А.В., Анисимов К.В., Осанов М.Б., Д.В. Скрипник. Сравнительная эффективность пункции дистальной лучевой артерии под ультразвуковым и пальпаторным контролем у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST. *Эндоваскулярная хирургия.* 2024;11:42–51. doi: DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-42-51.

Kostin A.V., Anisimov K.V., Oskanov M.B., D.V. Skrypnik. Comparative effectiveness of puncture of the distal radial artery under ultrasound and palpation control in patients with acute coronary syndrome with ST segment elevation. *Endovascular surgery*. 2024;11:42–51. doi: DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-1-42-51.

9. Dehghani P, Mohammad A, Bajaj R, et al. Mechanism and Predictors of Failed Transradial Approach for Percutaneous Coronary Interventions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2009;2:1057–64. doi: 10.1016/j.jcin.2009.07.014.
10. Mehta M, Jacobson T, Peters D, et al. Handheld Ultrasound Versus Physical Examination in Patients Referred for Transthoracic Echocardiography for a Suspected Cardiac Condition. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014;7:983–90. doi: 10.1016/j.jcmg.2014.05.011.

11. Gundersen GH, Norekval TM, Haug HH, et al. Adding point of care ultrasound to assess volume status in heart failure patients in a nurse-led outpatient clinic. A randomised study. *Heart.* 2016;102:29–34. doi: 10.1136/heartjnl-2015-307798.
12. Martin TN, Groenning BA, Murray HM, et al. ST-Segment Deviation Analysis of the Admission 12-Lead Electrocardiogram as an Aid to Early Diagnosis of Acute Myocardial Infarction With a Cardiac Magnetic Resonance Imaging Gold Standard. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50:1021–8. doi: 10.1016/j.jacc.2007.04.090.
13. Tavakoli M, Ashraf S, Brenner SJ. Risks and Complications of Coronary Angiography: A Comprehensive Review. *Glob J Health Sci.* 2011;4:p65. doi: 10.5539/gjhs.v4n1p65.
14. Khawaja T, Janus S, Al-Kindi SG. Role of Coronary CT Angiography in the Evaluation of Acute Chest Pain and Suspected or Confirmed Acute Coronary Syndrome. *US Cardiol Rev.* 2022;16:e11. doi: 10.15420/usc.2021.30.

Статья поступила / Received 06.09.2024
Получена после рецензирования / Revised 17.09.2024
Принята в печать / Accepted 27.09.2024

Информация об авторах

Скряпник Дмитрий Владимирович^{1,2}, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой кардиологии, заведующий отделением РЭДИЛ, главный внештатный специалист по РЭДИЛ г. Москвы
E-mail: dvskrypnik@gmail.ru. ORCID: 0000-0001-7457-8057

Костин Андрей Вячеславович^{1,2,3}, ассистент кафедры кардиологии, врач отделения рентгеноваскулярных методов диагностики и лечения, заведующий ОМО по РЭДИЛ г. Москвы
E-mail: kostilok@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-1330-1756

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России
² ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница им. И.В. Давыдовского Департамента здравоохранения города Москвы»
³ ГБУ города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы»

Контактная информация:

Костин Андрей Вячеславович. E-mail: kostilok@yandex.ru

Author information

Dmitry V. Skrypnik^{1,2}, DM Sci, prof., Head of the Department of Cardiology, Head of the RAMDIL Department, chief freelance specialist in RADIL in Moscow
E-mail: dvskrypnik@gmail.ru. ORCID: 0000-0001-7457-8057

Andrey V. Kostin^{1,2,3}, Assistant of the Department of Cardiology, doctor of the Department of X-ray endovascular methods of diagnosis and Treatment, Head of the OMO for RADIL in Moscow
E-mail: kostilok@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-1330-1756

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation
² I.V. Davydovsky Moscow City Clinical Hospital
³ Research Institute for Health-care and Medical Management of Moscow Healthcare Department

Contact information

Andrey V. Kostin. E-mail: kostilok@yandex.ru

Для цитирования: Костин А.В., Скряпник Д.В. Роль применения фокусного ультразвукового исследования у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST на этапе первичного осмотра. *Медицинский алфавит*. 2024;(22):35–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-35-40>

For citation: Kostin A.V., Skrypnik D.V. Focus ultrasound in patients with ST-elevation myocardial infarction during initial physical examination *Medical alphabet*. 2024;(22): 35–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-35-40>



БЛАНК-ЗАКАЗ на подписку на журнал 2024 год



Медицинский алфавит

Название организации (или Ф. И. О.) _____

Адрес (с почтовым индексом) _____

Телефон: _____ E-mail: _____ Контактное лицо: _____

«Медицинский алфавит». Серия «Современная функциональная диагностика»
Печатная версия 700 руб. за номер, электронная версия любого журнала — 500 руб. за номер.
Присылайте, пожалуйста, запрос на адрес medalfavit@mail.ru.

ООО «Альфмед»

ИНН 7716213348

Р/с № 40702810738090108773

ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ» г. МОСКВА К/с 30101810400000000225 БИК 044525225

Годовая подписка на журнал «Медицинский алфавит». Серия «Современная функциональная диагностика» — 4 выпуска в год 2024. Цена 2800 руб. в год (печатная версия) или 2000 руб. (электронная версия).

Как подписаться:

1. 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 или podpiska.ma@mail.ru.
2. Оплата через онлайн-банки издательством принимается только на сайте <https://medalfavit.ru/podpiska-na-zhurnaly/> в разделе «Издательство медицинской литературы».

Тепловизионный паспорт здоровья ребенка, занимающегося спортом, как основа динамического контроля его успешности в выбранном виде спорта

М.Г. Воловик^{1, 2}, И.М. Долгов²

¹ ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, Нижний Новгород

² ООО «Дигносис», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Нарративный обзор посвящен обоснованию целесообразности применения инфракрасного тепловидения в детском спорте. Рассмотрены возможности тепловидения в спортивной физиологии и медицине, концепция «теповизионного паспорта здоровья спортсмена», варианты использования метода в тренировочном и соревновательном периодах, его эффективность в профилактике спортивного травматизма. Показана практическая ценность тепловидения в комплексном подходе для мониторинга здоровья, оценки производительности и выявления потенциальных проблем на протяжении всей спортивной карьеры ребенка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инфракрасное тепловидение, спорт, дети, здоровье.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Thermal Imaging Health Passport for a Child Engaged in Sports as the Basis for Dynamic Monitoring of Their Success in a Chosen Sport

M.G. Volovik^{1, 2}, I.M. Dolgov²

¹ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

² LLC «Dignosys», Moscow, Russia

SUMMARY

The narrative review is dedicated to justifying the feasibility of using infrared thermal imaging in children's sports. It examines the possibilities of thermal imaging in sports physiology and medicine, the concept of a 'Athlete's Thermal Passport,' and various applications of the method during training and competitive periods, as well as its effectiveness in preventing sports injuries. The practical value of thermal imaging is demonstrated within a comprehensive approach for monitoring health, assessing performance, and identifying potential issues throughout a child's sporting career.

KEYWORDS: thermal imaging, sports, children, health.

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

Введение

Персональное здоровье ребенка – это интегральный результат взаимодействия генотипа и среды, и огромную роль для физического и психического развития детей играют занятия спортом [1]. Значимые факторы для физической подготовки – рост, развитие и скорость созревания систем – определяются, в основном, наследственностью [2]. Динамика роста и развития опорно-двигательного аппарата в онтогенезе выражается, прежде всего, в изменениях структуры, сократительных свойств и энергетики мышечных волокон [3].

Возрастная физиология мышечной системы у детей изучалась многими исследователями [4]. С позиций спортивной физиологии главная цель всего тренировочного процесса – сформировать адаптацию к возрастающим нагрузкам, поэтому оптимальный прогресс в соответствующих видах спорта доступен для ребенка в разные периоды развития его организма. В современной отечественной классификации возрастных периодов у спортсменов [5] за критерии взяты этапы дифференцировки мышечной

ткани, чувствительные периоды развития физических качеств и связанных с ними двигательных способностей, степень биологической зрелости и индивидуально-типологические механизмы формирования адаптации к текущим физическим нагрузкам.

Как для краткосрочного планирования тренировочного процесса, так и для выстраивания долгосрочной стратегии воспитания спортсмена полезно знание об эффектах таких факторов, как воздействие специфических физических нагрузок, введение различных гормонов, изменение характера питания [6], гендерные аспекты развития [7]. На дифференцировку мышечных волокон влияет также их адаптация к специфическим нагрузкам при разной специализации в процессе занятий спортом [8].

При резком возрастании энергетических затрат во время спортивных упражнений значительная часть энергии преобразуется в тепловую, что может привести к перегреву и повреждению тканей [9]. Тепловой стресс активирует терморегуляцию в форме комплексной психофизиологической реакции, включающей изменения температуры

кожи, ЧСС, скорости метаболизма и т. д., а также поведенческие механизмы [10]. Настройка терморегуляторной системы зависит от индивидуальных особенностей, таких как пол, возраст, индекс массы тела, циркадные ритмы и адаптационные ресурсы разных систем, в значительной мере определяемые их тренированностью [11]. Средовые факторы влияют на температуру кожи больше, чем нагрузка при упражнениях, и длительные занятия спортом в искусственной среде (зал, манеж, спорткомплекс) могут ослабить устойчивость к изменениям окружающей среды, что противоречит намерению поддерживать здоровье с помощью физических упражнений [12].

Спортивная медицина в последние годы обогатилась благодаря технологическому прогрессу (передовые методы визуализации, носимые устройства, геномика) и все более эффективна в изучении общего укрепления здоровья и профилактики травматизма [13]. Многообразие факторов, определяющих функциональное состояние спортсмена, способствовало разработке широкого спектра методических подходов в комплексной оценке его здоровья на этапах тренировочного процесса, в соревновательный и восстановительный периоды: биохимические измерения [14], вариабельность сердечного ритма [15], ИК спектроскопия мочи [16] и др. Методом, объективизирующим вегетативную регуляцию адаптационных ресурсов организма при занятиях спортом и адекватно измеряющим терморегуляторные реакции, является инфракрасное тепловидение (ИКТ).

Сокращения:

- ИКТ – инфракрасное тепловидение
- ТПВ – тепловизионный
- ТА – термоасимметрия
- ROI – область интереса (Region of Interest)

Тепловидение в спортивной физиологии и медицине

В состоянии покоя кожная температура мало зависит от мышечной массы и имеет обратную зависимость от толщины подкожного жира оцениваемой области. Напротив, работающие мышцы значительно меняют термотопографию тела [17], и именно это обуславливает целесообразность применения ИКТ в спорте.

Доказанные преимущества перед многими методами в текущем или динамическом контроле функционального состояния мышечно-суставного аппарата обуславливают эффективность тепловидения в спортивной медицине [18]. Безвредность, бесконтактность, панорамность захвата изображения и высокая скорость точных измерений делают ИКТ незаменимым для мониторинга здоровья спортсмена практически в любых условиях: в спортзале, на стадионе, в физиокабинете. Исследования в этой области служат основанием для включения тех или иных разработок в практические рекомендации, помогая оптимизировать тренировочную стратегию для каждого конкретного спортсмена и получить рекомендации для достижения им более высоких результатов [19 и 20].

Примерами практической ценности ИКТ являются работы, демонстрирующие, что тренированные люди лучше контролируют кожную температуру, чем не трениро-

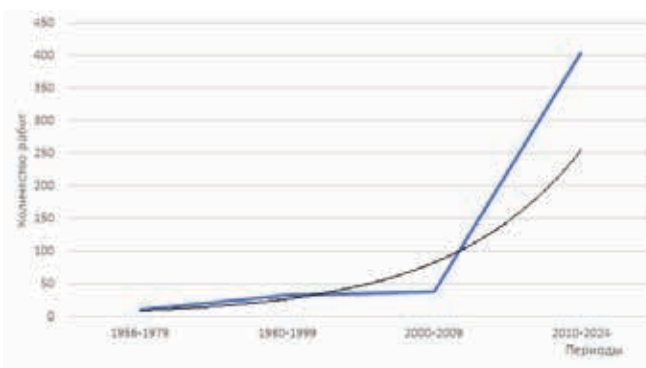


Рисунок 1. Динамика публикационной активности по теме спортивного тепловидения (плавная кривая – экспоненциальная линия тренда) (по данным ООО «Дигносис», URL: <https://dignosis.com/info/>)

ванные [21], а спортсмены более высокой квалификации быстрее адаптируются к росту нагрузок по сравнению с начинающими [22]. Степень готовности спортсмена к соревновательному периоду также доступна оценке с помощью ИКТ [23]. Метод позволяет учитывать влияние таких факторов как температура и влажность среды [24], одежда, обувь, спортивное оборудование и инвентарь [25].

Буквально экспоненциальный рост количества публикаций по спортивному тепловидению свидетельствует о его высокой оценке специалистами (рис. 1).

Тепловизионный паспорт здоровья

Тепловизионный (ТПВ) паспорт здоровья – это высокотехнологичный ресурс для спортсменов разного возраста и уровня подготовки [26]. Для создания паспорта проводят термокартирование всего тела спортсмена [27] с учетом вида спорта, значимо влияющего на формирование специфических термопаттернов и термореакций различных областей. Так, установлены факты формирования термоасимметрии (ТА) за счет гипертермии в проекции большеберцовой мышцы доминирующей ноги у профессиональных футболистов [28], рабочей руки у лучников [29], ведущей (захватывающей) руки у дзюдоистов [30] и т. п. В протокол, в зависимости от вида спорта, должны входить наиболее уязвимые в отношении риска травм области [31]: например, у футболистов это коленный и голеностопный суставы и ахиллово сухожилие, у фехтовальщиков и теннисистов – лучезапястный и локтевой суставы.

Для термокартирования тела исследователи разрабатывают авторские схемы областей интереса (ROI) с разной степенью детализации (рис. 2).

Базовые характеристики термотопографии кожных покровов здорового человека лежат в основе диагностики любых отклонений.

На основе данных о распределении кожных температур в состоянии покоя и их динамике при нагрузках можно персонализировать программы тренировок и восстановительного периода для каждого спортсмена, оценивать текущее и прогнозировать вероятное будущее функциональное состояние с учетом вида спорта и индивидуальных особенностей [35]. Спортивным врачам ИКТ помогает оценивать переносимость тренировочных или соревновательных на-

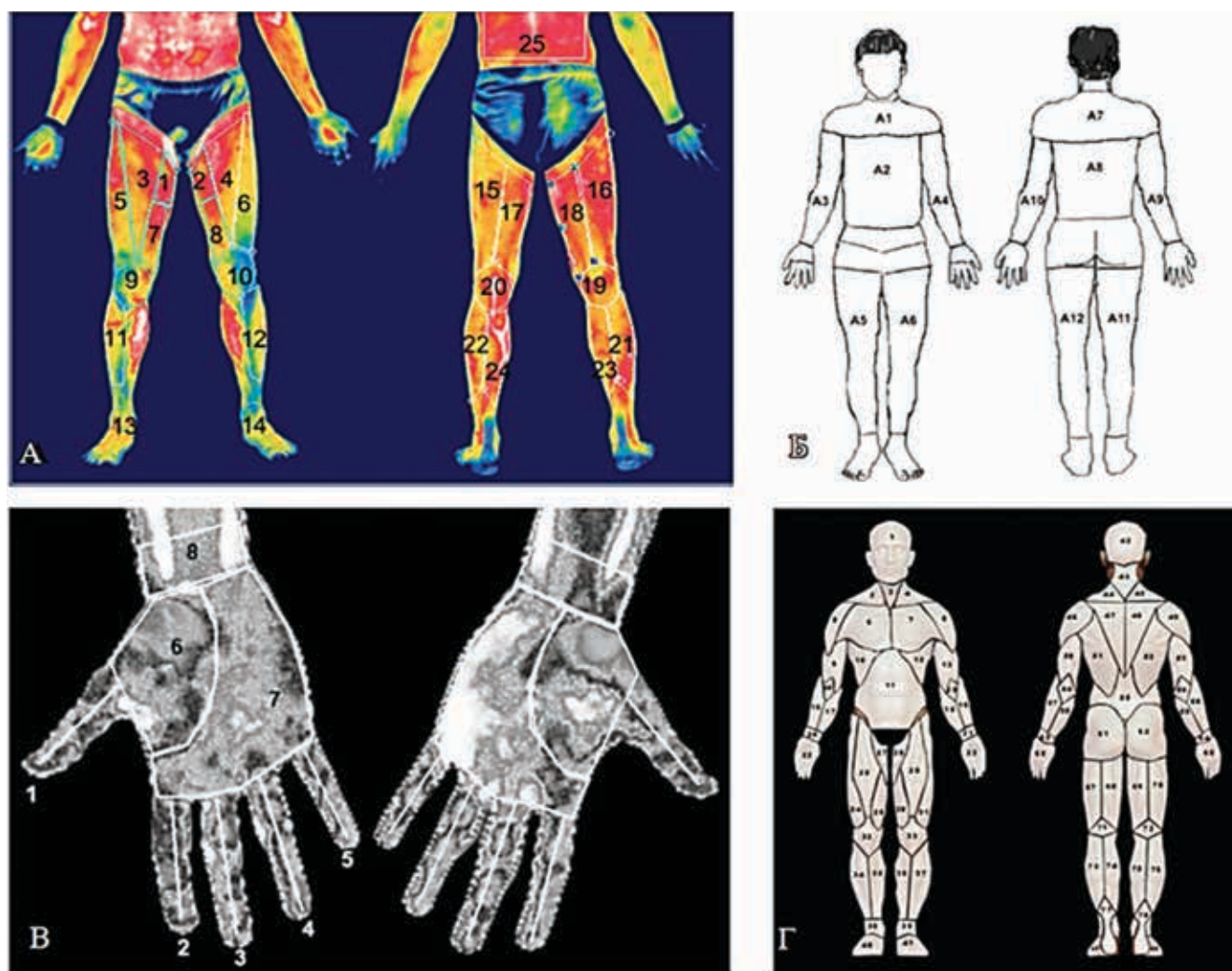


Рисунок 2. А – анализируемые ROI на ногах у футболиста [28]; Б – схема ROI для комплексного анализа терморегуляции у детей после общефизической тренировки [32]; В – ROI для термовизирования у игроков в валенсийский гандбол [33]; Г – 78 ROI из программного обеспечения TernoTracker® для спортивных исследований [34]

грузок, степень восстановления, заранее выявлять эффект переутомления структур [36]. Все это делает ТПВ паспорт спортсмена высокоэффективным инструментом не только для него, но и для всей команды профессионалов, которая с ним работает и может получать быструю и объективную информацию о функциональном состоянии, наличных проблемах и потенциальных угрозах здоровью [28].

Применение тепловидения в тренировочный и соревновательный периоды

ИКТ может быть использовано в качестве сравнительного инструмента для установления эффективности различных средств и методов в оценке тренировочного процесса. Показано, что температура поверхности тела имеет высокую корреляцию с уровнем лактата, гемоглобина, с активностью креатинкиназы, лактатдегидрогеназы, с ЧСС и другими показателями [36]. При этом отмечается, что точность ИКТ в ряде клинических контекстов позволяет ТПВ данными успешно заменить распространенные в спортивной медицине физиологические и биохимические измерения, давая в то же время преимущество в безвредности, простоте, скорости оценки проблемы [37].

С помощью ИКТ, ориентируясь на соответствие/несоответствие индивидуальных термохарактеристик эталонным для данного вида спорта признакам, можно корректировать длительность и интенсивность тренировки [38]. Так, для принятия решения могут быть полезны ТПВ данные о симметричности ROI там, где они должны быть симметричны (например, в велоспорте [39]), и о границах ТА в тех видах спорта, где распределение нагрузки асимметрично (например, в теннисе [40]). Этот признак может предупреждать о нарушении баланса нагрузки на мышечно-суставные структуры [41], способствуя своевременному принятию профилактических мер. Следует обращать особое внимание на ROI, на которые выпадает специфическая нагрузка, как ахиллово сухожилие, икроножная мышца и коленный сустав в прыжковых видах спорта [42], а мышцы спины – в тяжелой атлетике, пауэрлифтинге [43] и т. п.

После тренировки (матча, соревнований) в ходе восстановления параметров физиологического гомеостаза динамика регистрируемых ТПВ показателей, соответствующая нормальности либо отклонению от нее, свидетельствует о переносимости нагрузок данным спортсменом [44].

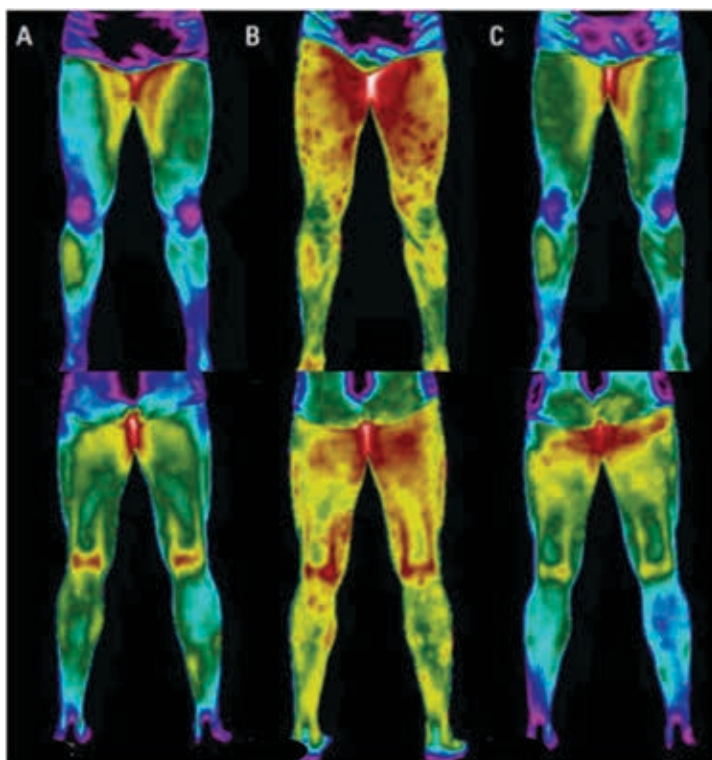


Рисунок 3. Термограммы передней (вверху) и задней (внизу) проекции ног футболиста: А – за 24 часа до матча; В – через 24 часа после начала матча; С – через 48 часов после начала матча [47, с изменениями]

Температура кожи отражает связь терморегуляторных процессов с нагрузкой: при низкоинтенсивных аэробных тренировках она имеет тенденцию к снижению, но затем быстро повышается до нормальных значений, а во время анаэробных упражнений, наоборот, она растет, снижаясь после тренировки и снова увеличиваясь в последующие дни [45]. Тренированные мышцы и суставы проявляют более высокую метаболическую активность и более быстрое энергетическое и пластическое восстановление [46]. Поэтому у спортсменов более высокого уровня после тренировки наблюдается большее увеличение кожной температуры по сравнению с менее тренированными. Эти ТПВ результаты полезны для количественной оценки физической работоспособности и усвоения тренировочной нагрузки каждым конкретным спортсменом.

На термограммы, сделанные после тренировки, влияет время их съемки (рис. 3).

Эффективность тепловидения наглядно показывает его применение для оценки силовой тренировки [48]. Полезность силовых упражнений под контролем тепловидения, а именно снижение спортивного травматизма, показана как у детей, так и у взрослых, у элитных спортсменов и у непрофессионалов [49].

Тепловидение для профилактики спортивного травматизма

В спорте высоких достижений затраченные на предотвращение травм ресурсы (временные, экономические, психологические) всегда намного меньше потерь, связанных с лечением травм, которые можно было бы предотвратить [50].

Ранние биомаркеры (предикторы) мышечных травм могут быть получены посредством измерений температуры кожи. ТПВ мониторинг тренировок на основе количественной оценки эффектов рабочей нагрузки – инструмент для выявления рисков и предотвращения травм [51]. На ранних стадиях заболевания ИКТ картирует нарушения распределения температуры в мышечных областях, отражающие воспалительные явления в мышечно-суставной системе как в покое, так и при выполнении конкретных упражнений на этапах тренировки.

При высоких нагрузках травмы у спортсменов случаются часто. Так, в испанской профессиональной футбольной команде зарегистрировали 8,94 травмы на 1000 часов тренировок за сезон (2184 травмы на 244 835 часов), преимущественно разрывы мышц и травмы связок. В сумме это составило 909 дней потерь на команду [52]. Отсюда очевидна ценность ранней диагностики, и ИКТ позволяет предотвратить немалый процент подобных травм [34].

Распределение температур и эволюция термопризнаков может визуализировать преморбидные или патологические состояния элементов опорно-двигательного аппарата спортсмена. Исследователи установили величину ТА в ROI на конечностях в покое, соответствующую различным состояниям и требующую соответствующего уровня внимания: $\leq 0,4^{\circ}\text{C}$ – норма (в процессе реабилитации после травмы соответствует стойкой ремиссии), $0,5\text{--}0,7^{\circ}\text{C}$ – динамическое наблюдение, $0,8\text{--}1,0^{\circ}\text{C}$ – необходимость профилактики, $1,1\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$ – опасность травмы, $\geq 1,6^{\circ}\text{C}$ – острая травма [53].

Для дифференцировки изменений температуры, характерных для травмы, от изменений вследствие нагрузки (перегрузки, переутомления, недовосстановления...) необходима разработка протоколов обследования, включающих применение специализированных функциональных проб [54], позволяющих не только определить локализацию вовлеченных структур и степень тяжести травмы, но и выявить пострадавшие механизмы.

ИКТ выгодно отличается высокой повторяемостью данных и применимостью практически в любых условиях измерений [55]. Метаанализ [56] показал, что при обнаружении травм опорно-двигательного аппарата метод продемонстрировал чувствительность 0,70 и специфичность 0,75. Особенно ценна возможность выявлять нарушения на ранней стадии, что дает мощный диагностический и прогностический инструмент в руки тренеров, спортивных врачей и реабилитологов.

В период лечения ИКТ помогает оценить эффективность реабилитационных мероприятий [34].

Тепловидение и дети в спорте

Разработанная на взрослых спортсменах методология, с учетом данных возрастной физиологии, может использоваться в качестве надежного инструмента для оценки

и корректировки тренировочного процесса у детей-спортсменов, предупреждения у них спортивных травм, отслеживания их восстановления [57, 55 и др.].

Одновременную оценку взаимосвязи характеристик термопортрета с показателями физического развития и двигательной подготовленности испытуемых осуществили, сопоставив характеристики термопортрета младших и старших школьников между собой, а также с аналогичными измерениями у молодых мужчин [58]. Наряду с тенденцией к снижению температуры кожи с возрастом обнаружено большое индивидуальное разнообразие термопортретов. У детей младшего школьного возраста беговые тесты не выявили связи ТПВ показателей с эргометрическими результатами. Однако у школьников 15–18 лет такие корреляции обнаружили, что можно объяснить периферической дифференцировкой мышечных волокон в пубертатном периоде под воздействием половых гормонов [59], еще больше сила связи этих характеристик у взрослых мужчин.

Большую клиническую ценность для персонализированной спортивной подготовки на раннем этапе жизни имеет возможность с помощью ИКТ объективно оценить индивидуальную терморегуляцию до и после тренировки у школьников, стратифицированных по возрасту и полу [32].

ИКТ применяют у детей также в качестве вспомогательного инструмента в спортивном мониторинге как способ предотвращения травм. Данные о кожной температуре у подростков при изменении индекса массы тела в онтогенезе отражают влияние антропологических признаков на спортивные результаты и травматизм [60].

Таким образом, доказана эффективность комплексного подхода с использованием ИКТ для мониторинга здоровья, производительности и потенциальных проблем на протяжении всей спортивной карьеры ребенка. В целом, отметим недостаточность ТПВ исследований в разрезе онтогенетического созревания у детей важных в спортивном аспекте качеств. Это направление исследований мы считаем перспективным.

Список литературы / References

- Felfe C., Lechner M., Steinmayr A. Sports and Child Development // PLoS ONE. 2016;11(5):e0151729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151729>.
- Matejek Č., Starc G. The relationship between children's physical fitness and gender, age and environmental factors // Ann Kinesiol. [in the Internet]. 2013. Vol. 4, no. 2, p. 95–108. PID: 20.500.12556/DKUM-66983.
- Anatomy & Physiology. OpenStax. by L.M. Biga et al. Oregon State University, 2019. Chapter 10. Muscle Tissue; Chapter 11. The Muscular System. <https://open.oregonstate.edu/aandp/>.
- Nikolaidis P.T., Marinho D.A., Clemente-Suárez V.J., Son'kin V.D. Children's Sports Physiology – The Early Studies // Physiologia 2023, 3, 113–118. <https://doi.org/10.3390/physiologia3010009>.
- Погосян Т.А. Классификация возрастных периодов у спортсменов // Уч. зап. ун-та Лесгафта. 2018;6(160):178–182.
- Poghosyan T.A. Classification of age periods in athletes // Uch. zap. Lesgaft University. 2018;6(160):178–182.
- Hall E.C.R., Semenova E.A., Bondareva E.A. et al. Association of muscle fiber composition with health and exercise-related traits in athletes and untrained subjects // Biol Sport. 2021;38(4):659–666. DOI: 10.5114/biolSport.2021.102923.
- Welle S., Tawil R., Thornton C.A. Sex-Related Differences in Gene Expression in Human Skeletal Muscle // PLoS ONE. 2008;3(1):e1385. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001385>.
- Plotkin D.L., Roberts M.D., Haun C.T., Schoenfeld B.J. Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives // Sports. 2021;9:127. <https://doi.org/10.3390/sports9090127>.
- Hargreaves M., Spriet L.L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise // Nat Metab. 2020;2:817–828. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4>.
- Notley S.R., Mitchell D., Taylor N.A.S. A century of exercise physiology: concepts that ignited the study of human thermoregulation. Part 3: Heat and cold tolerance during exercise // Eur J Appl Physiol. 124, 1–145 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05276-3>.
- Сонькин В.Д., Макарова Л.В., Параничева Т.М. Научно-методическое обеспечение сохранения и укрепления здоровья обучающихся в условиях образовательной организации (обзор литературы) // Новые исследования. Январь 2023. С. 7–21. DOI: 10.46742/2072-8840-2023-76-4-7-21.
- Sonkin V.D., Makarova L.V., Paraničeva T.M. Scientific and methodological support for the preservation and strengthening of students' health in an educational organization (literature review) // New research. January 2023. pp. 7–21. DOI: 10.46742/2072-8840-2023-76-4-7-21.
- Lin Y., Jin H., Jin Y., Kang J. Experimental study on the effects of exercise intensity and thermal environment on thermal responses // Building and Environment. 2023;232:110067. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110067>.
- Matthews M.J., Kanungo S., Baker R.J., Kenter K. Exercise Physiology: A Review of Established Concepts and Current Questions // Physiologia 2024, 4, 202–212. <https://doi.org/10.3390/physiologia4020011>.
- Aidar F.J., Matos D.G., Souza R.F. et al. Comparison of the Local Temperature, Lactate and Glucose After Three Different Strength Training Methods // Int J Exerc Sci. 2021;14(4):1408–1420. PMID: PMC9017855.
- Stepanyan L., Lalayan G. Heart rate variability features and their impact on athletes' sports performance // J Phys Educ Sport (JPES). August 2023;23(8, Art 247):2156–2163.
- Béjar-Grimolt J., Sánchez-Illana Á., de la Guardia M. et al. Dryfilm-ATR-FTIR analysis of urinary profiles as a point-of-care tool to evaluate aerobic exercise // Anal Methods. 2024. DOI: 10.1039/D4AY00913D.
- Da Silva W., Godoy-López J.R., Machado Á.S. et al. Effect of different volumes of exercise on skin temperature responses over the following 24 hours // J Therm Biol. 2024;123:103923. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2024.103923>.
- Moreira D.G., Costello J.T., Brilo C.J. et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: a Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature // J Therm Biol. July 2017;69:155–162. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.07.006>.
- Ачкасов Е.Е., Воловик М.Г., Долгов И.М., Колесов С.Н. Медицинское тепловидение. Уч. пос. М.: ИНФРА-М, 2019. 218 с. www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5ce64de5707d59.18786697.
- Achkasov E.E., Volovik M.G., Dolgov I.M., Kolesov S.N. Medical thermal imaging. Uch. village M.: INFRA-M, 2019. 218 p. www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5ce64de5707d59.18786697.
- Application of Infrared Thermography in Sports Science. J.I. Priego Quesada (Editor). Valencia, Spain: Springer International Publishing AG, 2017. 327 p. DOI: 10.1007/978-3-319-47410-6.
- Abate M., Di Carlo L., Di Donato L. et al. Comparison of cutaneous thermic response to a standardized warm up in trained and untrained individuals // J Sports Med Phys Fitness. 2013;53(2):209–215. PMID: 23584330.
- Formenti D., Ludwig N., Gargano M. et al. Thermal imaging of exercise-associated temperature changes in trained and untrained female subjects // Ann Biomed Eng. 2013 Apr.;41(4):863–871. doi:10.1007/s10439-012-0718-x.
- Kasprzyk-Kuciewicz T., Stanek A., Sieroń-Stońny K., Cholewka A. Thermal Imaging in Evaluation of the Physical Fitness Level. In book: Research Anthology on Business Strategies, Health Factors, and Ethical Implications in Sports and eSports, January 2021. Chapter. DOI: 10.4018/978-1-7998-7707-3.ch043.
- Rodrigues Júnior J.F.C., McKenna Z., Amorim F.T. et al. Thermoregulatory and metabolic responses to a half-marathon run in hot, humid conditions // J Therm Biol. 2020;93:102734. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102734>.
- Priego Quesada J.I., Carpes F.P. Application of Infrared Thermography in the Assessment of Sport Equipment. In book: Materials in Sports Equipment. January 2019. DOI: 10.1016/B978-0-08-102582-6.00002-2.
- Neves E.B. Thermal Imaging in Sports: Athlete's Thermal Passport // Motricidade. 2019;15(2–3):4–5. DOI: <https://doi.org/10.6063/motricidade.18398>.
- Escamilla-Galindo V.E., Fernández Cuevas I., del Estal Martínez A. Description of the thermal pattern of 950 athletes using thermography to measure skin temperature // 27th Annual Congress of the European College of Sport Sciences ECSS. At: Sevilla, Spain, Sept. 2022.
- Gómez-Carmona P.M., Fernández Cuevas I., Sillero Quintana M. et al. Infrared Thermography Protocol on Reducing the Incidence of Soccer Injuries // J Sport Rehab. March 2020;29(6). DOI: 10.1123/jsr.2019-0056.
- Sanchis-Sanchis R., Priego Quesada J.I., Ribas-García V. et al. Effects of asymmetrical exercise demands on the symmetry of skin temperature in archers // Physiol Meas. October 2020;41(11). DOI: 10.1088/1361-6579/abc020.
- Arnaiz-Lastras J., Fernández-Cuevas I., Sillero-Quintana M. et al. Pilot study to determine thermal asymmetries in judokas // 16th annual European Congress of Sport Sciences. Liverpool, UK, 6–9 July 2011.
- Menezes P., Rhea M., Herdy C., Simão R. Effects of strength training program and infrared thermography in soccer athletes' injuries // Sports. 2018;6:148. doi: 10.3390/sports6040148.
- Debiec-Bak A., Skrzek A., Podbielska H. et al. Superficial temperature distribution patterns before and after physical activity in school children are indicative for personalized exercise coaching and disease prevention // EPMA Journal 12, 435–447 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13167-021-00262-1>.
- Sánchez-Jiménez J.L., Tejero-Pastor R., Calzadillas-Valles M.d.C. et al. Chronic and Acute Effects on Skin Temperature from a Sport Consisting of Repetitive Impacts from Hitting a Ball with the Hands // Sensors. 2022;22:8572. <https://doi.org/10.3390/s2218572>.

34. Sillero Quintana M., Gómez Carmona P.M., Fernández Cuevas I. Infrared Thermography as a Means of Monitoring and Preventing Sports Injuries. In book: Research Anthology on Business Strategies, Health Factors, and Ethical Implications in Sports and eSports. January 2021. Chapter. DOI: 10.4018/978-1-7998-7707-3.ch046.
35. Kasprzyk-Kuciewicz T., Szurko A., Stanek A. et al. Usefulness in Developing an Optimal Training Program and Distinguishing between Performance Levels of the Athlete's Body by Using of Thermal Imaging // Int J Environ Res Public Health 2020;17:5698. doi:10.3390/ijerph17165698.
36. Neves E.B., Salamunes A.C.C., De Meneck F. et al. Correlations Between Anthropometric Measurements and Skin Temperature, at Rest and after a CrossFit® Training Workout. In book: XXVII Brazilian Congress on Biomedical Engineering, January 2022. Chapter. DOI: 10.1007/978-3-030-70601-2_233.
37. Wang J., Grant L. Using Infrared Thermal Imaging to Study the Response of Athletes to Overload Training // J Med Imaging Health Inform. August 2020;10(8):1967–1973. DOI: 10.1166/jmihi.2020.3097.
38. Vieira S.G., Sillero Quintana M., Gomes da Silva A. et al. Thermographic response resulting from strength training: A preliminary study // Apunts Sports Medicine. Oct. 2020;55(208):120–127. DOI: 10.1016/j.apunsm.2020.08.003.
39. Aylwin P.E., Racinais S., Adami P-E. et al. Evaluating the Application of Infra-Red Thermography to the Measurement of Skin Temperature During Road-Race Competition // Thermol Int. 31/3(2021):123–125.
40. Amaro A.M., Paulino M.F., Neto M.A., Roseiro L. Hand-arm vibration assessment and changes in the thermal map of the skin in tennis athletes during the service // Int J Environ Res Public Health. 2019;16(24), art. no. 5117. doi:10.3390/ijerph16245117.
41. Szurko A., Kasprzyk-Kuciewicz T., Cholewicka A. et al. Thermovision as a Tool for Athletes to Verify the Symmetry of Work of Individual Muscle Segments // Int J Environ Res Public Health. 2022;19:8490. https://doi.org/10.3390/ijerph19148490.
42. Della Corte J., Pereira W.L.M., Corrêa E.E.L. S. et al. Influence of power and maximal strength training on thermal reaction and vertical jump performance in Brazilian basketball players: a preliminary study // Biomed Hum Kinet. 2020;12:91–100. DOI: 10.2478/bhk-2020-0012.
43. de Aquino Resende M., Aida F.J., Resende R.B.V. et al. Are Strength Indicators and Skin Temperature Affected by the Type of Warm-Up in Paralympic Powerlifting Athletes? // Healthcare. 2021;9:923. https://doi.org/10.3390/healthcare9080923.
44. de Carvalho G., Girasol C.E., Gonçalves L.G.C. et al. Correlation between skin temperature in the lower limbs and biochemical marker, performance data, and clinical recovery scales // PLoS ONE. 2021;16(3):e0248653. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248653.
45. Hillen B., Pfirrmann D., Nägele M., Simon P. Infrared thermography in exercise physiology: the dawn of exercise radiomics // Sports Med. 2019;50:1–20. DOI: 10.1007/s40279-019-01210-w.
46. Fernández-Cuevas I., Torres G., Sillero Quintana M., Navandar A. Thermographic assessment of skin response to strength training in young participants // J Therm Anal Calorim. 2023;148:3407–3415. DOI: 10.1007/s10973-023-11978-9.
47. de Andrade Fernandes A., Pimenta E.M., Moreira D.G. et al. Application of Infrared Thermography in the Assessment of Muscle Damage in Elite Soccer Athletes // MOJ Orthopedics & Rheumatology 2017;8(5):00328. DOI: 10.15406/major.2017.08.00328.
48. Weigert M., Nitzsche N., Kunert F. et al. Acute exercise-associated skin surface temperature changes after resistance training with different exercise intensities // Int J Kinesiol Sports Sci. 2018;6(1):12–18. DOI: https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v.6n.1p.12.
49. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults // Med Sci Sports Exerc. 2009;41(3):687–708. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670.
50. Fernández-Cuevas I., Gómez Carmona P.M., Sillero Quintana M. et al. Economic costs estimation of soccer injuries in first and second Spanish division professional teams // 15th Annual Congress of the European College of Sport Sciences ECSS, Antalya, Turkey. 2010.
51. Matteoli S., Fulceri S., Pasquini G., Corvi A. Thermography as a tool for evaluation and prevention of injuries in athlete // Gait & Posture. 2018. 66, S26. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.07.140.
52. Noya J., Sillero M. [Injury incidence in Spanish professional football over a season: days off due to injury] // Apunts. Medicina de l'Esport. 2012;47(176):115–123. DOI: 10.1016/j.apunts.2011.10.001 [in Spanish].
53. Marins J.C.B., Fernandez-Cuevas I., Arnaiz-Lastres J. et al. [Applications of Infrared Thermography in Sports. A Review] // Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el deporte. 2015;15(60):805–824. [in Spanish].
54. Воловик М.Г., Долгов И.М., Хрипковский Д.Н. Функциональные пробы в медицинском тепловидении. М: Дигносис, 2023. 128 с. DOI:10.12737/monography_646341497049a9.30616752.
55. Volovik M.G., Dolgov I.M., Khripkovsky D.N. Functional tests in medical thermal imaging. M: Dignosis, 2023. 128 p. DOI:10.12737/monography_646341497049a9.30616752.
56. Zhao Y., de Almeida e Bueno L., Holdsworth D.A., Bergmann J.H.M. Evaluating the Agreement between Oral, Armpit, and Ear Temperature Readings during Physical Activities in an Outdoor Setting // Int J Environ Res Public Health. 2024;21:595. https://doi.org/10.3390/ijerph21050595.
57. dos Santos Bunn P., Miranda M.E.K., Rodrigues A.I. et al. Infrared thermography and musculoskeletal injuries: A systematic review with meta-analysis // Infrared Phys Technol. 2020;109:103435. https://doi.org/10.1016/j.infrared.2020.103435.
58. Marzano-Felisatti J.M., Martinez-Amaya A., Priego-Quesada J.I. Preliminary Analysis of Skin Temperature Asymmetries in Elite Young Tennis Players // Appl Sci. 2023;13:628. https://doi.org/10.3390/app13010628.
59. Акимов Е.Б., Андреев Р.С., Каленов Ю.Н., Сонькин В.Д. Особенности инфракрасного температурного портрета детей младшего и старшего школьного возраста // Новые исследования. 2013. № 2 (35).
60. Akimov E.B., Andreev R.S., Kalenov Yu.N., Sonkin V.D. Features of the infrared temperature portrait of children of primary and senior school age // New research. 2013. № 2 (35).
61. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергии и работоспособности в онтогенезе. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. 368 с.
62. Sonkin V.D., Tambovtseva R.V. The development of muscular energy and performance in ontogenesis. M.: Book house «LIBROCOM», 2011. 368 p.
63. Reis H.H.T., Brito C.J., Silva A.G. et al. Can body mass index influence the skin temperature of adolescents? A preliminary study with the use of infrared thermography // Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 2022;24:e89769. DOI: http://doi.org/10.1590/1980-0037.2022v24e89769.

Статья поступила / Received 01.09.2024
Получена после рецензирования / Revised 07.09.2024
Принята в печать / Accepted 27.09.2024

Информация об авторах

Воловик Михаил Григорьевич^{1, 2}, д. б. н., в. н. с.

ORCID: https://orcid.org/0000000254592545

Долгов Игорь Маратович², д. м. н., заместитель Генерального директора

ORCID: https://orcid.org/0000000255115679

¹ ФГБОУ ВО «ПНИМУ» Минздрава России, Нижний Новгород

² ООО «Дигносис», Москва, Россия

Контактная информация:

Воловик Михаил Григорьевич. E-mail: volovik@dignosis.com

Author information

M.G. Volovik^{1, 2}

ORCID: https://orcid.org/0000000254592545

I.M. Dolgov²

ORCID: https://orcid.org/0000000255115679

¹ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

² LLC «Dignosis», Moscow, Russia

Contact information

M.G. Volovik. E-mail: volovik@dignosis.com

Для цитирования: Воловик М.Г., Долгов И.М.. Тепловизионный паспорт здоровья ребенка, занимающегося спортом, как основа динамического контроля его успешности в выбранном виде спорта. Медицинский алфавит. 2024;[22]:41–46. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-41-46

For citation: Volovik M.G., Dolgov I.M.. Thermal Imaging Health Passport for a Child Engaged in Sports as the Basis for Dynamic Monitoring of Their Success in a Chosen Sport. Medical alphabet. 2024;[22]:41–46. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-41-46



Электроэнцефалография: начало. К столетию первой регистрации Хансом Бергером электроэнцефалограммы

М.В. Александров^{1, 2}, А.М. Александров¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия» МО РФ, Санкт-Петербург

РЕЗЮМЕ

Немецкий психиатр и психофизиолог Ханс Бергер (1873–1941) по праву носит титул «отца электроэнцефалографии». Первая регистрация электроэнцефалограммы была выполнена Бергером в июле 1924 года. В период с 1929 по 1940 годы Бергер опубликовал результаты своих многолетних исследований по регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга человека с поверхности скальпа. Бергер предложил термин «электроэнцефалография» и аббревиатуру «ЭЭГ», дал характеристику основным видам активности, описал феномены синхронизации и десинхронизации. Основное внимание в своих исследованиях Бергер уделял динамике ЭЭГ при изменении функциональной активности мозга, пытаясь найти электрофизиологические корреляты психических функций и состояний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: клиническая нейрофизиология, электроэнцефалография, биоэлектрическая активность, Ханс Бергер, история медицины.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Electroencephalography: The Beginning. On the centenary of Hans Berger's first recording of an electroencephalogram

M.V. Aleksandrov^{1, 2}, A.M. Aleksandrov¹

¹ Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg

² Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Professional Education «Military Medical Academy», Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg

SUMMARY

The German psychiatrist and psychophysicist, Hans Berger (1873–1941), rightfully holds the title of «father of electroencephalography.» He was the first to record an electroencephalogram in July 1924. From 1929 to 1940, Berger published the results of his long-term research on the recording of the overall bioelectric activity of the human brain from the scalp surface. He proposed the term «electroencephalography» and the abbreviation «EEG», characterized the major types of activity, described the phenomena of synchronization and desynchronization. In his research, Berger focused on the EEG's dynamics during changes in brain functional activity, trying to find electrophysiological correlates of mental functions and states.

KEYWORDS: clinical neurophysiology, electroencephalography, bioelectric activity, Hans Berger, medical history.

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

В 2024 г физиологическое сообщество отмечает столетие электроэнцефалографии (ЭЭГ) – базового метода клинической нейрофизиологии. «Отец ЭЭГ» немецкий психиатр Ханс Бергер (1873–1941) в своих дневниках указывает точную дату первой успешной регистрации ЭЭГ: 6 июля 1924 года [1].

Ханс Бергер родился «21» мая 1873 г. в семье врача в небольшом городке Нойзес в Тюрингии, Германия. Окончив школу с аттестатом по всем предметам *sehr gut* поступил в Берлинский университет на факультет математики и астрономии. Но после первого семестра Бергер оставляет учебу и поступает на службы в кавалерию. В 1894 г. Бергер возвращается в Тюрингию, в город Йена и поступает на медицинский факультет Университета имени Фридриха Шиллера [2, 3, 4]. Йенский университет –

одно из высоко престижных учебных заведений. Его студентами в разное время были, например, философ и математик Готфрид Лейбниц, социолог Карл Маркс, философ-иррационалист Артур Шопенгауэр, антрополог Николай Николаевич Миклухо-Маклай окончил медицинский факультет университета.

В 1897 г. по окончании медицинского факультета Бергер начинает свою вра-



Ханс Бергер (1873–1941)



Рисунок 1. Ганс Бергер – директор психиатрической клиники Университета имени Фридриха Шиллера, Йена

чебную деятельность в университетской клинике в качестве нейропсихиатра, то есть специалиста по нервным и по психическим болезням [2, 4]. В Германии, в Австрии, в ряде других стран Европы в начале XX века еще не завершился процесс специализации медицинских дисциплин, неврология и психиатрия составляли единую специальность. Врачебную деятельность Бергер начал под руководством своего учителя Отто Бинсвангера (1852–1929) – одного из ведущих специалистов по нервным и душевным болезням. Так, Бинсвангер опубликовал в 1899 г учебник по эпилептологии, который долгое время считался одной из самых авторитетных книг в данной области.

В 1901 г Бергер защитил докторскую диссертацию, посвященную особенностям мозгового кровотока у людей с дефектами свода черепа. Оттолкнувшись от плетизмографических исследований, Бергер перешел к экспериментальным исследованиям биоэлектрической активности головного мозга у животных, которыми он занимался вплоть до 1919 г. [3, 4]. Бергер был хорошо осведомлен об основных исследованиях биоэлектрической активности мозга у животных, которые выполнялись в то время в том числе и в России. Так, Бергер всегда ссылаясь на работы Владимира Владимировича Правдич-Неминского (1879–1952), опубликованные им в период 1912–1913 гг. [2, 5]. Правдич-Неминский первым показал возможность регистрации биоэлектрической активности головного мозга с поверхности кожи головы: им была выполнена такая регистрация в остром эксперименте у наркотизированной собаки. Правдич-Неминский также предложил название для новой методики: «электроцеребрография», дал классификацию регистрируемой активности, ввел термин «десинхронизация» для описания реактивных изменений биоэлектрической активности при стимуляции седалищного

нерва [6, 7]. К чести Бергера следует непременно отметить, что при публикации своих работ по ЭЭГ он всегда ссылаясь на экспериментальные работы Правдич-Неминского [8].

В 1919 году Бергер сменил своего учителя Бинсвангера на посту директора психиатрической клиники – профессора кафедры психиатрии медицинского факультета Университета имени Фридриха Шиллера (рис. 1). Получив профессорское кресло Ганс Бергер начинает активно разрабатывать метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга человека с поверхности кожи головы [2, 3, 4]. Движущей силой исследовательской работы Бергера был поиск природы так называемой психической или ментальной энергии. Бергер придерживался концепции, согласно которой ментальная энергия является вариантом так называемой метафизической «энергии метаболизма», другими формами которой являются электричество и тепловое излучение. Наличие в центральной нервной системе механизмов генерации биоэлектрической активности было хорошо известно. Следует вспомнить, что прямая регистрация биоэлектрической активности коры головного мозга была выполнена в эксперименте еще в 1875 г. двумя физиологами независимо друг от друга: В.Я. Данилевским в России и Р. Кэттоном в Англии [3, 8, 9, 10]. В параметрах биоэлектрической активности головного мозга, по мнению Бергера, следовало искать отражение психической ментальной энергии, поскольку и электричество, и ментальная энергия имеют общую природу, являясь разными формами единой «метаболической энергии» [1, 2]. Доказательство своей гипотезы о единстве ментальной энергии и биоэлектрической активности мозга Бергер почерпнул из случившегося с ним эпизода, который он объяснял как «внесенсорный» телепатический контакт. В период его службы в кавалерии во время учений лошадь Бергера внезапно встала на дыбы и, вылетев из седла, юный кавалерист едва не угодил под колеса пушки. Артиллерийскую батарею успели остановить, Бергер отделался легкими травмами. В этот момент сестра Бергера, находившаяся дома в Тюрингии за сотни километров, почувствовав, что ее брат находится в опасности, настояла на том, чтобы их отец отправил Гансу телеграмму и справился о его делах. Бергер писал: «Это был случай спонтанной телепатии, случившийся в момент смертельной опасности. Когда я думал о верной смерти, мои мысли передались сестре, которая была мне особо близка. Она выступила в качестве приемника телепатической энергии» [2].

Таким образом, разрабатывая метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга у человека, Ганс Бергер опирался на разработанную им концепцию единства ментальной энергии и электрических процессов, лежащей в основе возможности передачи телепатических сигналов от человека к человеку в процессе психической деятельности. Для понимания мотивов Бергера, которые легли в основание столь «оригинальной» концепции, следует вспомнить, что в конце XIX – начале XX вв, во-первых, научное материалистическое мировоззрение находилось в состоянии глубокого кризиса, а, во-вторых, в западноевропейской медицине и физиологии еще были сильны дуалистические воззрения на природу психической



Рисунок 2. Регистрация ЭЭГ в лаборатории Ганса Бергера, 1924 г.

деятельности человека [10]. Открытие в конце XIX в. явлений радиоактивности и делимости атома, обнаружение сложных отношений материи и энергии привело к глубокому кризису в научном мировоззрении, к эмпириокритицизму. На этом фоне большую популярность получили оккультизм и спиритизм, опиравшиеся на магические практики, суеверия и другие эзотерические течения. Одним из исследователей психологической природы суеверий стал Альфред Георг Леманн (1858–1921) – знаменитый датский физиолог и психолог, директор психофизической лаборатории в Копенгагене, одной из старейших в Европе. Работы Леммана оказали очень большое влияние на мировоззрение Бергера и отчасти легли в основу его теории, которая не противоречила имевшим место в Западной Европе дуалистическим взглядам на психику человека. Психофизический дуализм – это философская система, согласно которой физиологические процессы, протекающие в организме человека, рассматриваются как свойства их тел, а ментальные свойства – считаются свойствами души, которая, в свою очередь, является нематериальной субстанцией. Так, например, одной из распространенных точек зрения была гипотеза о том, что мозг – это лишь «инструмент», на котором «играет» душа и результатом этой игры являются психические процессы и состояния.

Итак, с начала 1920-х гг. Бергер начинает работы по регистрации биоэлектрической активности головного мозга человека с поверхности кожи головы. Низкая амплитуда



Рисунок 3. Одна из первых ЭЭГ, которая была зарегистрирована у 40-летнего мужчины с внутримозговой опухолью с обширной декомпрессионной трепанацией черепа. Верхний канал – ЭЭГ, средний канал – ЭКГ, нижний канал – отметка времени 10 кол/с

да и волновой характер сигнала не позволяли добиться устойчивой регистрации активности с помощью основного прибора того времени: струнного гальванометра, который не был достаточно чувствителен и обладал высокой инерционностью. Бергер воспользовался нестандартным приемом: он пригласил для исследований людей с обширными дефектами костей свода черепа. В Германии в начале 1920-х гг. после окончания Первой Мировой войны недостатка в таких пациентах не было.

В своих дневниках Ганс Бергер указывает точную дату первой регистрации «мозговых волн»: 6 июля 1924 года струнный гальванометр зарегистрировал устойчивый воспроизводимый результат [1]. В современной терминологии технику и методику, примененную Бергером, можно описать следующим образом. Использовался струнный гальванометр Эдельмана, по сути – электрокардиограф (рис. 2). Регистрация осуществлялась в одном биполярном лобно-затылочном отведении игольчатыми электродами. В качестве электрода заземления использовалась серебряная ложка, помещавшаяся во рту пациента. Условием регистрации было наличие обширных дефектов костей свода черепа, что исключало их влияние как диэлектрика на регистрируемый сигнал [2, 4]. Обращает на себя внимание тот факт, что уже первые ЭЭГ регистрировались Бергером одновременно с электрокардиограммой для исключения артефактов (рис. 3).

Добившись устойчивой регистрации, поняв из каких графоэлементов складывается ЭЭГ, Бергер к 1925 г. пришел к выводу, что регистрация может осуществляться у пациентов без дефектов костей свода черепа [1]. Интересен тот факт, что одной из первых ЭЭГ у человека без дефектов костей свода черепа Бергер зарегистрировал у своего 16-летнего сына Клауса, предварительно сбрав полностью весь волосяной покров на его голове [2]. С 1926 г. Бергер начал использовать более мощный гальванометр: с двойной индукционной катушкой Siemens, достигнув чувствительности 130 мкВ/см, что, безусловно, сыграло важную роль: в период с 1926 по 1929 гг. Бергер добился отчетливой устойчивой регистрации волновой активности [1].

Итак, первая ЭЭГ была зарегистрирована в 1924 году. Но только после пятилетней кропотливой работы и тщательной проверки полученных данных в 1929 г. Ганс Бергер впервые публикует результаты регистрации «мозговых волн»: выходит статья «Über das Elektroenzephalogramm des Menschen» («Об электроэнцефалограмме человека») [5].

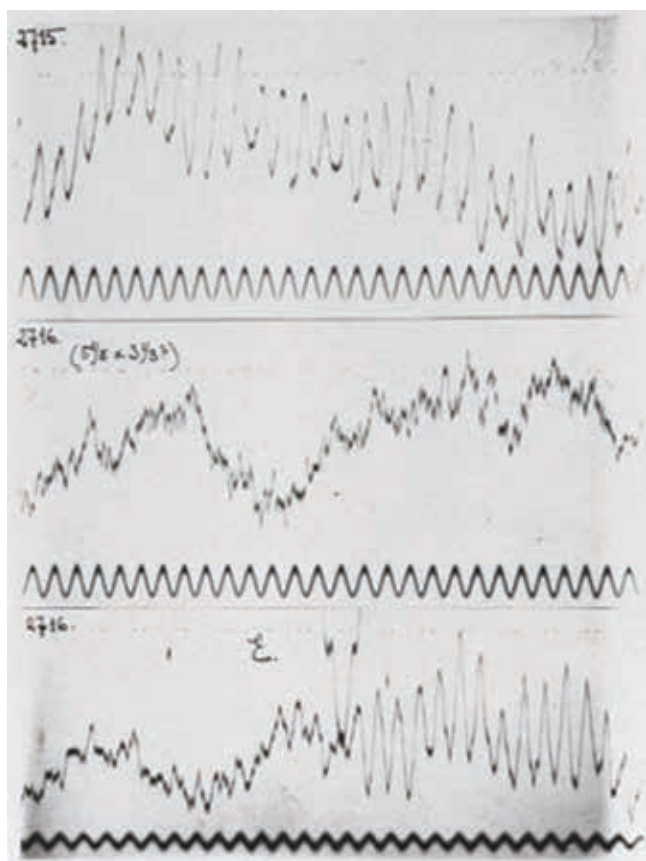


Рисунок 4. Первая ЭЭГ, опубликованная в 1929 г. Верхний фрагмент: альфа-ритм при закрытых глазах; средний фрагмент – блокада альфа-ритма при открывании глаз; нижний фрагмент – восстановление альфа-ритма при закрывании глаз. Нижний канал на каждом фрагменте – отметка времени, сигнал частотой 10 Гц

В публикации, во-первых, была показана принципиальная возможность регистрации биоэлектрической активности головного мозга с поверхности кожи головы у человека, приводилась доказательная база того, что регистрируемая активность связана с деятельностью мозга, а не является артефактом механических колебаний, изменений кровотока, артефактом ЭКГ и прочее. (рис. 4).

Во-вторых, был предложен термин для новой методики – электроэнцефалография, а также аббревиатура ЭЭГ. Следует признать, что термин Бергера более удачен с точки зрения филологии, чем ранее предложенный Правдич-Неминским термин «электроцереброграмма», в котором сочетались греческие и латинские корни.

В-третьих, была систематизирована накопленная к тому времени семиотика. Был описан синусоидальный ритм частотой около 10 Гц, регистрируемый при закрытых глазах, названный Бергером альфа-ритм (рис. 4). Была описана реакция блокады альфа-ритма: замещение альфа-ритма на активность более высокой частоты при открывании глаз и при умственной нагрузке. Высокочастотная активность была обозначена второй буквой греческого алфавита – бета-ритм. Низкоамплитудная активность частотой около 30 Гц, регистрируемая при интенсивной психоэмоциональной нагрузке, получила наименование гамма-ритм. Для Бергера изменения характера активности именно при разной степени умственной нагрузки имели

принципиальное значение, поскольку в этой дихотомии альфа и бета ритмов он искал отражение психических процессов. Тем не менее, по признанию самого Бергера, предложенная им классификация ритмов принципиально не отличалась от ранее предложенной систематики Правдич-Неминского. Различие состояло лишь в том, что ритмы обозначались не римскими цифрами, а буквами греческого алфавита.

В период с 1929 по 1938 гг Бергер опубликовал 20 статей с единым названием «Об электроэнцефалограмме человека» [2, 4, 10]. В этих публикациях содержались отчеты о проделанных исследованиях: первые записи ЭЭГ при изменении активности сознания и во время сна с описанием сонных веретен, оценка влияния гипоксии на биоэлектрическую активность, анализ изменений ЭЭГ в зависимости от глубины наркоза и др. Бергер первым уже в 1931 г. показал, что «эпилептический припадок сопровождается крупным электрическим разрядом – настоящей бурей в мозгу», однако не заинтересовался этой феноменологией, поскольку предметом его исследований была связь ЭЭГ и «психической энергии» [2].

Считается, что первая публикация Бергера в 1929 г была принята скептически [11]. Каноническая версия гласит, что методика ЭЭГ стала получать признание лишь после того, как на собрании Физиологического общества в Кембридже в мае 1934 г. нобелевские лауреаты Эдриан и Мэттьюс своей демонстрацией доказали связь «ритма Бергера» с биоэлектрической активностью затылочных долей коры головного мозга. По образному выражению одного из «пионеров ЭЭГ» Грея Уолтера «Бергер взмахнул волшебной палочкой в 1928 г., а превращение Золушки затянулось на годы». Уолтер дает объяснение этой «отставленной реакции»: «Кембридж все еще не мог согласиться с тем, что мозг в целом является подходящим для физиолога объектом исследования», то есть причиной был своеобразный когнитивный диссонанс в сознании нейрофизиологов Великобритании [11]. Методология нейрофизиологии в перовой трети XX века была направлена на глубокий поиск механизмов функционирования нервной системы. Чарльз Шеррингтон разработал концепции нервных цепей и реципрокного торможения, ввел понятие синапса, описал закономерности, ставшие фундаментом нейрофизиологии. За открытия, уточняющие функции нейрона, Чарльз Шеррингтон и Эдгар Эдриан получают Нобелевскую премию в 1932 г. Были зарегистрированы потенциалы одиночных нервных волокон. Полученные данные не позволяли представить, каким образом потенциал действия длительностью 1 мс может находить отражение в «бергеровском ритме» с длиной волны около 100 мс. Кстати заметим, перебрасывая мостик в современность, что и сейчас нам это не до конца понятно... И, вдруг дилетант-клиницист предлагает регистрацию суммарной активности мозга как целого органа. Предложенный метод практически не отличается от подхода, применяемого в электрокардиографии. Но миокард на 99% состоит из структурно и функционально однородных, типичных кардиомиоцитов, а мозг – сложнейшая интеграция различных структурно-функциональных нейронных центров

с многочисленными динамичными связями. Более того, Бергер не только не считал нужным искать механизмы генерации регистрируемых «мозговых волн», но и опирался на сомнительную концепцию «ментальной энергии». Для принятия нового методического подхода для английских нейрофизиологов нужен был авторитет. Авторитет Нобелевского лауреата Эдриана подтвердил научность новой методики.

Однако, анализ вековой истории ЭЭГ позволяет утверждать, что «двухфазная реакция» на первые публикации Бергера, скорее, была характерна для британского физиологического сообщества. В других странах, и, в первую очередь, в США активное освоение новой методики началось практически в след за первой публикацией. Это подтверждается свидетельством другого «пионера ЭЭГ» – Мари Брейзье [12]. Еще в 1951 г. она писала: «После публикации данных, приведенных в первой работе Бергера многие лаборатории во многих странах мира занялись разработками, что привело к быстрому росту знаний в этом разделе физиологии – в изучении электроэнцефалограммы человека» [12]. Результатом такого интереса стал экспансивный рост ЭЭГ исследований в разных научных центрах США. Уже в 1934 г. супруги Фредерик и Эрн Гиббс, входившие в состав так называемой «Гарвардской (Бостонской) группы», начали систематизированные исследования ЭЭГ у больных с эпилепсией, опубликовав в 1937 г. классификацию ЭЭГ паттернов при эпилепсии, ставшую ныне классической [13, 14].

Подтверждением того, что исследования биоэлектрической активности головного мозга велись активно в разных странах, в том числе и в Советском Союзе, еще до выступления Эдриана в 1934 г., является Первое издание Большой медицинской энциклопедии. В томе 35, изданном в 1936 г., в статье «Электрические токи» в подразделе «Электрические токи коры мозга» указывается: «Работы венского ученого Бергера (Berger) и такого же характера работы, начатые в Московском институте мозга, а также появившиеся за последнее время работы Эдриана, показывают, что открывается новый, чрезвычайно важный путь к изучению мозга» [15]. Данный подраздел написан академиком АМН СССР С.А. Саркисовым (1895–1971) – одним из основоположников отечественной клинической нейрофизиологии, создавшим одну из первых в СССР ЭЭГ-лабораторий [16].

Таким образом, к середине 1930-х гг. новый метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга получил признание и широкое распространение. Практически сразу сформировались два относительно самостоятельных направления в ЭЭГ: анализ амплитудно-частотной структуры волновых процессов и оценка феноменов, регистрируемых на фоне волновой активности. Первое направление было более характерно для физиологических исследований, второе – возникло при систематизированном исследовании ЭЭГ у больных с различными видами патологии, и, в первую очередь, при эпилепсии. Интерес к клиническим исследованиям быстро стал преобладать, поскольку, по образному выражению самого Эдриана, «нормальная ЭЭГ была разочаровывающе постоянна» [11].

В клинических исследованиях ЭЭГ, ориентированных прежде всего на эпилепсию, роль ритмов и частот отошла на второй план, а такие драматические события, как разрядные формы активности или фокусы «замедления» определяли основной интерес. Дихотомия в подходах к анализу ЭЭГ не только сохранилась, но и определила формирование двух относительно самостоятельных в настоящее время методологических направлений: количественная ЭЭГ и феноменологическое клинко-электрофизиологическое сопоставление.

В 1935 г. лабораторию Бергера посетили супруги Фредерик и Эрн Гиббс [13]. В том же году в лабораторию Бергера для научной стажировки был направлен выпускник Гарвардского университета Уолтер Грей, работы которого уже во второй половине 1930-х гг. дали существенное развитие клинической ЭЭГ [11]. В 1937 г. Ганс Бергер с большим почетом был приглашен на Международную Конференцию в Болонье, посвященной 200-летию юбилею Луиджи Гальвани – основоположнику научного изучения «животного электричества». Принимая во внимание заслуги Бергера по разработке нового метода, который быстро вошел в практику как фундаментальной нейрофизиологии, так и клинической медицины, в 1940 г. Бергер был номинирован на Нобелевскую премию по физиологии или медицине [2, 4].

Не смотря на широкое международное признание, судьба Бергера на родине – в нацистской Германии – складывалась драматично. В 1938 г. Бергеру исполняется 65 лет. По существовавшему в то время положению в Йенском университете по достижению 65-летнего возраста профессору университетской клиники могла быть предложена отставка, но, как правило, подавляющему большинству профессоров срок службы продлевали. Бергеру не было предложено продлить контракт, и в 1938 г. он покидает пост директора психиатрической клиники. Одним из факторов, определившим такой сценарий, считается не однозначное, сложное отношение Бергера к нацистскому режиму. Бергер очень тяжело переживал свою отставку, впал в глубокую депрессию с явными признаками соматизации: в мае 1941 г. он проходил лечение в университетской клинике по поводу тяжелого кожного заболевания. 1 июня 1941 г. между 4 и 7 ч утра Ганс Бергер покончил жизнь самоубийством, повесившись в подвале клиники, в которой проходил лечение [2, 4].

В настоящее время психиатрическая клиника медицинского факультета Университета имени Ф. Шиллера в Йене носит имя Ганса Бергера.

Заключение

Научный поиск идет порой неожиданными путями. Успех Бергера представляет собой пример научного парадокса: высоко востребованный рациональный результат был получен в исходе исследований, в основу которых положена паранаучная гипотеза. Примерами такого парадокса являются успехи протонаук алхимии и астрологии. Алхимики в поисках «философского камня» открыли ряд химических элементов, разработали базовый набор лабораторных методов, ввели терминологию и теории, кото-

рые используются в современной химии. Иоганн Кеплер доказал фундаментальные для современной астрономии законы, занимаясь, в том числе, проблемой повышения точности гороскопов. Работа Ганса Бергера представляла собой добросовестные педантичные исследования на основе паранаучной гипотезы: психиатр и психофизиолог Бергер искал электрофизиологические корреляты метафизической «ментальной энергии». Результатом этих исследований стала новая физиологическая методика – регистрация электроэнцефалограммы у человека.

Спустя сто лет ни у кого не вызывает сомнения, что Ганс Бергер по праву носит титул «отца электроэнцефалографии» – базовой методики современной клинической нейрофизиологии. В своих работах Бергер первым доказал возможность регистрации суммарной биоэлектрической активности головного мозга с поверхности кожи головы человека. Дал название новой методике – электроэнцефалография и ввел аббревиатуру «ЭЭГ». Бергер ввел в практику базовую ЭЭГ-семиотику, дав количественную характеристику основным ритмам и описал их реактивные изменения. Бергер показал связь амплитудно-частотных параметров ЭЭГ и уровня функциональной активности ЦНС. К чести Бергера-ученого следует признать, что в 1940 г. он отказался от своей гипотезы о связи «мозговых волн» и психических процессов [2, 4]. Однако это его умозаключение не следует абсолютизировать, оно отражало состояние проблемы и методические возможности ЭЭГ в конце 1930-х гг., когда попытка поиска коррелятов психических функций и состояний в дихотомии альфа-бета-ритмов не увенчалась успехом. Вековой опыт развития ЭЭГ показывает, что нужны тонкие нелинейные подходы к анализу этой проблемы. Поиск новых методов анализа ЭЭГ – одно из перспективных направлений дальнейшего развития метода.

Список литературы / References

1. Jung R. Hans Berger und die Entdeckung des EEG nach seinen Tagebüchern und Protokollen. // Werner R, ed. *Jenenser EEG Symposium: 30 Jahre Elektroenzephalographie*. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit, 1963: S. 20–53.

2. Niedermeyer E., Schomer D. Historical Aspects of EEG // Niedermeyer E., Lopes da Silva F. *Electroencephalography. Basis, principles, clinical applications related fields*. Philadelphia-Baltimore-NY: Lippincott Williams & Wilkins, 2005: 1–143.
3. Haas L.F. Hans Berger (1873-1941), Richard Caton (1842-1926) and electroencephalography // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2003; (1): 9–12.
4. Александров М.В. Истоки электроэнцефалографии (к 90-летию первой публикации работ Ганса Бергера) // *Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика*. 2019; (12): 6–8.
5. Aleksandrov M.V. The origins of electroencephalography (to the 90th anniversary of the first publication of the works of Hans Berger) // *Medical alphabet. Modern functional diagnostics*. 2019; (12): 6–8.
6. Berger H. Über das Elektroenzephalogramm des Menschen // *Arch. f. Psychiat. u. Nervenkrankh.* 1929; (87): 527–570.
6. Prawditz-Neminsky W.W. Zur Kenntnis der elektrischen und innervationsvorgänge in den funktionellen Elementen und Geweben des tierischen Organismus. *Electrocerebrogramm der Säugetiere*. *Arch.ges.Physiol.* 1925; (209): 362–366.
7. Правдин-Неминский В.В. Электроцеребрография, электромиография и значение ионов аммония в жизненных процессах организма // В.В. Правдин-Неминский. Избранные труды. Л.: Медгиз. Ленингр. отд-ние, 1958. 195 с.
7. Pravdich-Neminsky V.V. *Electrocerebrography, electromyography and the importance of ammonium ions in the vital processes of the body* // V.V. Pravdich-Neminsky. *Selected works*. L.: Medgiz. Leningr. edition, 1958. 195 p.
8. Александров М.В. История электроэнцефалографии: русская увертюра мировой симфонии (к столетию работ В.В.Правдина-Неминского) // *Medline.ru*. 2012; (13): 372–384. <http://www.medline.ru/public/art/tom13/art30.html>.
8. Aleksandrov M.V. The history of electroencephalography: the Russian overture of the World Symphony (to the centenary of the works of V.V.Prawdich-Neminsky) // *Medline.ru* 2012; (13): 372–384. <http://www.medline.ru/public/art/tom13/art30.html>.
9. Архангельский Г.В. Первые отечественные исследования по электроэнцефалографии: В.Я.Данилевский, И.М.Сеченов, Б.Ф.Вериги и др. М.: Медгиз, 1949. 192 с.
9. Arkhangelsky G.V. *The first domestic studies on electroencephalography*: V.Ya. Danilevsky, I.M.Sechenov, B.F.Verigo, etc. M.: Medgiz. 1949. 192 p.
10. Самойлов В.О. История физиологии. СПб: ВмедА, 2004. 64 с.
10. Samoilov V.O. *History of physiology*. St. Petersburg: VmedA, 2004. 64 p.
11. Уолтер Г. Живой мозг. Пер с англ. М.: Мир, 1966. 300 с.
11. Walter G. *The Living brain*. Translated from English. M.: Mir, 1966. 300 p.
12. Брейзье М. Электрическая активность нервной системы. Пер с англ. М.: Изд. иностр. лит-ры, 1955. 216 с.
12. Brazier M. *Electrical activity of the nervous system*. Translated from English by M.: Foreign Publishing House. lit., 1955. 216 p.
13. Мухина Е. К. Забытые имена: Фредерик и Эрн Гиббс // *Русский журнал детской неврологии*. 2006. (2): 42–45.
13. Mukhina E. K. *Forgotten names: Frederick and Erna Gibbs* // *Russian Journal of Pediatric Neurology*. 2006. (2): 42–45.
14. Пенфилд У., Джаспер Г. Эпилепсия и функциональная анатомия головного мозга человека. М.: Изд. иностр. лит-ры, 1958. 482 с.
14. Penfield W., Jasper G. *Epilepsy and functional anatomy of the human brain*. Moscow: Foreign Publishing House. lit., 1958. 482 p.
15. Саркисов С.А. Электрические токи коры мозга // *Большая медицинская энциклопедия*, Т. XXXV. М.: ОГИЗ, 1936: 298–302.
15. Sarkisov S.A. *Electric currents of the cerebral cortex* // *Big Medical Encyclopedia*, Vol. XXXV. M.: OGIZ, 1936: 298–302.
16. Русинов В.С., Майорчик В.Е., Гриндел О.М. и др. Клиническая электроэнцефалография / Под ред. В.С.Русинова. М.: Медицина, 1973. 339 с.
16. Rusinov V.S., Majorchik V.E., Grindel O.M. and others. *Clinical electroencephalography* / Edited by V.S.Rusinov. Moscow: Medicine, 1973. 339 p.

Статья поступила / Received 14.08.2024

Получена после рецензирования / Revised 25.08.2024

Принята в печать / Accepted 27.09.2024

Информация об авторах

Александров М.В.^{1,2}, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением клинической нейрофизиологии, заведующий кафедрой нормальной физиологии
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249

Александров А.М.¹, аспирант кафедры патологической физиологии Института медицинского образования
ORCID ID: 0009-0005-6382-6293

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург

² ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия» МО РФ, Санкт-Петербург

Контактная информация:

Александров Михаил Всеволодович. E-mail: mdoktor@yandex.ru

Для цитирования: Александров М.В., Александров А.М. Электроэнцефалография: начало. К столетию первой регистрации Гансом Бергером электроэнцефалограммы. *Медицинский алфавит*. 2024;(22):48–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-48-53>

Author information

Aleksandrov M.V.^{1,2}, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Clinical Neurophysiology I, Head of the Department of Normal Physiology
ORCID ID: 0000-0002-9935-3249

Aleksandrov A.M.¹, postgraduate student at the Department of Pathological Physiology, Institute of Medical Education
ORCID ID: 0009-0005-6382-6293

¹ Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg

² Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Professional Education «Military Medical Academy», Ministry of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg

Contact information

Aleksandrov M.V. E-mail: mdoktor@yandex.ru

For citation: Aleksandrov M.V., Aleksandrov A.M. Electroencephalography: The Beginning. On the centenary of Hans Berger's first recording of an electroencephalogram. *Medical alphabet*. 2024;(22): 48–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-48-53>



Загадочный русский гений: к 150-летию со дня рождения Н.С. Короткова

А.Н. Куликов

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова

The Mysterious Russian Genius: On the 150th Anniversary of N.S. Korotkov

A.N. Kulikov

First Saint Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov

Жизнь Н.С. Короткова – первооткрывателя звукового метода измерения артериального давления (АД) полна загадок и парадоксов. Взять хотя бы его биографию: блестящее образование и рано проявившийся талант, участие в 2-х военных конфликтах, между которыми работа на приисках, одновременно – интенсивная научная деятельность, завершившаяся великим открытием, наконец – ранняя смерть от чахотки в нищете и забвении первых революционных лет. Чем не сюжет для авантюрного или героического романа? Но Николай Сергеевич совсем не похож на романтического героя, на фото он выглядит скромным, интеллигентным, и, как кажется, не слишком общительным человеком.

И вот еще один парадокс; при несомненном величии сделанного Николаем Сергеевичем открытия, о личности автора, кроме скудных фактов жизни, известно ничтожно мало. Его привязанности и внутренний мир во многом остались загадкой. Н.С. Коротков, видимо, не вел дневник или последний до нас не дошел, не оставил он ни мемуаров, ни учеников, которые могли бы рассказать о нем, а воспоминания современников весьма скупы, если не сказать – мимолетны. Когда блистательный канадский кардиолог Гарольд Сигалл, освоивший не просто аускультацию, но и пальпацию тонов Короткова, стал проявлять интерес к личности самого Николая Сергеевича, выяснилось, что даже на родине гения (тогда СССР) в 1962 году не удалось получить сколь-нибудь подробных сведений о его биографии и даже добыть его фотографию [1]. Могло сложиться впечатление, что о Н.С. Короткове забыли. На самом деле, в 1955 году академик Н.Н. Савицкий в актовой речи, посвященной 157-летию Военно-медицинской академии, горько сожалел о том, что в канун 50-летия открытия звукового метода определения АД память о его авторе исчезла даже среди сотрудников клиники, в которой он работал [2]. В том же году учеником Н.Н. Савицкого В.П. Никитиным был сделан юбилейный доклад на заседании ленинградского отделения Всесоюзного общества терапевтов им. С.П. Боткина и опубликована статья в журнале «Клиническая медицина», где кратко изложена

биография Н.С. Короткова [3]. А затем вновь продолжительное молчание... Возрождением интереса к личности «загадочного русского гения» мы в известной мере обязаны зарубежным коллегам, в первую очередь – Гарольду Сигаллу, настойчивые вопросы которого побудили отечественных исследователей к новым поискам и открытиям. Среди кото-

рых единственная полноценная и подлинная фотография Н.С. Короткова и новые биографические сведения, почерпнутые в том числе из воспоминаний здравствующего в тот момент сына Н.С. Короткова Сергея Николаевича. Показательно, что Сергей Николаевич, сам будучи врачом, о великом вкладе своего отца в мировую медицину узнал лишь спустя 14 лет после окончания института [4].

Но вернемся к биографии. Николай Сергеевич родился в купеческой семье 26 февраля 1874 в городе Курске. После окончания гимназии в 1893 году поступил на медицинский факультет Харьковского Университета, откуда в 1895 году перевелся на медицинский факультет Московского Университета, который с отличием окончил в 1898 году. В 1900 году утвержден на должность сверхштатного ординатора факультетской хирургической клиники Московского Университета, возглавляемой профессором А.А. Бобровым. В этом же году завершает перевод с немецкого языка седьмого издания авторитетнейшего учебника Е.Альберта «Диагностика хирургических болезней». В июле 1900 года уезжает добровольцем в составе санитарного отряда Иверской общины Красного



Рисунок 1. Портрет Н.С. Короткова (1874–1920)

Креста на Дальний Восток в зону боевых действий для оказания помощи раненым солдатам, пострадавшим при подавлении Ихэтуаньского восстания в Китае. Тогда же у Николая Сергеевича проявился интерес к диагностике и лечению ранений сосудов. По завершении командировки продолжает работать в клинике А.А. Боброва до 1903 г, когда принимает приглашение С.П. Федорова и зачисляется сверхштатным ординатором в хирургическую клинику Военно-медицинской академии. Однако уже в 1904 году в связи с началом русско-японской войны отправляется в г. Харбин старшим врачом Второго санитарного отряда, сформированного Георгиевской общиной сестер милосердия Общества Красного Креста. Там Н.С. Коротков много оперирует больных с травматическими аневризмами и проводит научные исследования силы артериальных коллатералей для предсказания исхода операций по перевязке аневризм. Впервые применяет аускультацию для определения полноты пережатия артерии. В апреле 1905 года возвращается в Россию и делает доклад на заседании Русского хирургического общества им. Н.И. Пирогова на тему «Травматическая аневризма (наблюдение 46 случаев огнестрельных ранений сосудов)», где обосновывает свою методику оценки состояния сосудистых коллатералей [5]. В процессе дискуссии В.Г. Божовским был поднят вопрос о способе определения АД. И вот, 8 ноября 1905 г на заседании общества «Научные совещания Клинического военного госпиталя» Н.С. Коротков делает знаменитый доклад «К вопросу о методах исследования кровяного давления», опубликованный в виде реферата в декабре 1905 г в «Известиях Императорской Военно-медицинской академии», где кратко описывает звуковой метод измерения АД [6]. С этого времени начинается стремительное и триумфальное шествие нового метода по всему миру, во многом благодаря безоговорочной поддержке участвовавших в дискуссии профессора Военно-медицинской академии М.В. Яновского и сотрудников его клиники, которые сыграли ключевую роль в исследовании, развитии и пропаганде аускультативного метода [7–9]. Между тем, сам Николай Сергеевич вынужден прервать активные занятия по причине болезни – туберкулеза легких. Защита диссертации на степень доктора медицины «Опыт определения силы артериальных коллатералей» состоялась лишь 15 мая 1910 года, после длительного лечения и реабилитации, а также 2-х летней работы приисковым врачом Витимско-Олекминского округа. Уже летом 1910 года Н.С. Коротков принимает участие в ликвидации эпидемии холеры в Терской области, а затем вновь устраивается врачом, теперь уже на приисках

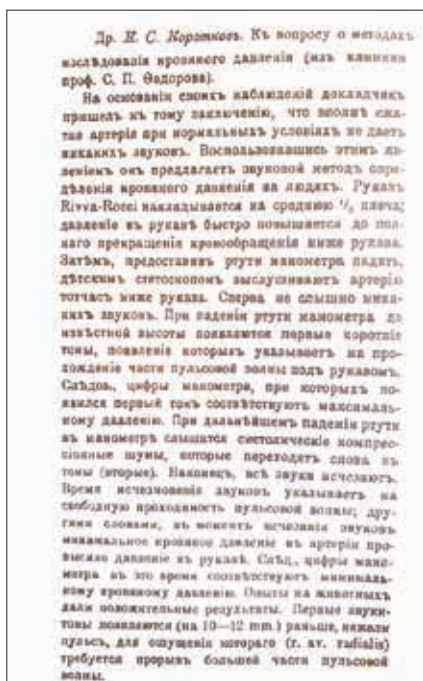


Рисунок 2. Текст из сообщения Н.С. Короткова о новом методе исследования артериального давления (Известия Императорской Военно-медицинской академии. – СПб.: 1905. – Т. 11, №4. – С. 365)



Рисунок 3. Титульный лист диссертации Н.С. Короткова

Ленского золотопромышленного товарищества. В 1913 году возвращается в Санкт-Петербург, однако вакансий в хирургической клинике Военно-медицинской академии не находит и в 1914 году по конкурсу избирается на должность старшего врача Клинической больницы им. Петра Великого (в настоящее время Клиника им. Петра Великого СЗГМУ Н.И. Мечникова). С началом первой мировой войны призывается на военную службу, работает в госпитале в Царском селе, затем, после Октябрьской революции – в красноармейском госпитале. В 1919 году возвращается к исполнению обязанностей старшего врача и заведующего отделением клинической больницы, но очередное обострение чахотки, напряженный труд и тяжелейшие условия жизни в Петрограде приводят к неизбежному итогу – преждевременной смерти в возрасте 46 лет от легочного кровотечения 14 марта 1920 года. Похоронен на Богословском кладбище, но точное место захоронения неизвестно.

Так завершилась жизнь этого незаурядного и очень скромного человека. Совсем иначе судьба обошлась с его открытием, которое только начинало свою жизнь. Но уже в 1939 году Американская кардиологическая ассоциация совместно с кардиологическим обществом Великобритании и Ирландии официально рекомендовали метод Короткова в качестве стандартной методики измерения артериального давления в медицинской практике. Некоторые исследователи придерживались мнения, что обнаружение звуковых тонов, возникающих при компрессии сосуда, было делом случая, а не исследовательского таланта. Были даже предложения назвать аускультативный метод измерения АД «методом Короткова – Яновского», поскольку Н.С. Коротков якобы не был в состоянии оценить значение



Рисунок 4. Памятник-кенотаф Н.С. Короткову на Богословском кладбище г. Санкт-Петербурга (1), мемориальная доска на здании бывшей госпитальной хирургической клиники ВМеДА (2) и улица Н.С. Короткова в г. Санкт-Петербурге (3)

своего открытия [10]. Наилучшим образом на это можно ответить словами самого М.В. Яновского, обращенными к Н.С. Короткову во время дискуссии по поводу нового метода измерения АД: «...Должен сказать, что Вы в своих наблюдениях обнаружили известную талантливость и остроумие. Вы легко подметили такой факт, мимо которого прошли многие исследователи, занимавшиеся этим вопросом» [11]. Сообщение в «Известиях Императорской Военно-медицинской академии» от 1905 г. – одно из самых коротких изложений одного из самых важных открытий, но путь к нему был итогом кропотливой работы [12]. Известно, что перед тем, как отправиться в командировку, Николай Сергеевич в клинике М.В. Яновского изучил и освоил все имевшиеся на то время способы исследования АД, ибо понимал, что это ключ к решению задачи определения силы сосудистых коллатералей. Одна из идей Н.С. Короткова состояла в том, чтобы выяснить состояние коллатерального кровообращения путем пережатия основного артериального ствола. Очевидно, что полнота перекрытия артерии имела принципиальное значение. А теперь предоставим слово самому Николаю Сергеевичу: «Отсутствие пульса на периферии никак нельзя считать чувствительным показателем полного сдавления артерии. В этом отношении слух оказывает нам большую услугу... Над артерией, вполне сдавленной (до уничтожения просвета), не выслушивается никаких звуковых явлений.



Рисунок 5. Профессор С.Е. Попов (1926–2018)

Но чуть только через место сдавления начинают проскальзывать первые капли крови, как мы тотчас слышим ясные хлопающие тоны. При отпусчении зажатой артерии этот признак возникает значительно раньше, чем пульс в периферических ветвях» [13]. Читая это, трудно не согласиться с мнением Г. Сигалла о том, что: «Как и в случае с Лаэннеком и стетоскопом, клиническая проблема вдохновила на решение, которое привело к появлению нового клинического метода» [14]. Итак, открытие Н.С. Коротковым звукового способа измерения АД – закономерное следствие его напряженной работы над решением клинической задачи, но этим его вклад в медицинскую науку не ограничивается. В своем блестяще изложенном труде Николай Сергеевич описал особенности сфигмограммы при коллатеральном пульсе, закономерности формирования коллатерального кровообращения при перевязке артерии, разработал способы оценки и критерии жизнеспособности конечности перед оперативным лечением травматических аневризм. Есть все основания считать его пионером сосудистой хирургии в мире [15 и 16]. Существует также мнение, что появление нового метода измерения АД способствовало широкому использованию бинаурального стетоскопа среди европейских врачей, многие из которых в отличие от североамериканских коллег к началу XX века «по старинке» выслушивали пациента непосредственно или пользовались монауральным стетоскопом Р. Лайэннека, модифицированным П.А. Пиорри [14]. Такой способ аускультации был крайне неудобен при необходимости одновременного контроля за состоянием манжеты и манометром, поэтому Н.И. Коротков во время исследований использовал прибор, который называл «фонендоскопом». Скорее всего, речь шла об известной в России бинауральной модели с головкой, оснащенной мембранами, разработанной Бацци и Бьянки (Bazzi et Bianchi, 1894), или о микро-фонендоскопе Эртеля (Oertel).

Отрадно, что гений Короткова – целиком и полностью триумф отечественной научной и медицинской школы, и в первую очередь наследия Н.И. Пирогова, на которого Николай Сергеевич неоднократно ссылается в своем труде. Не случайно, важным поводом для исследований сосудистых шумов стал совет Н.И. Пирогова проводить выслушивание над образованием, дабы избежать ошибок в диагностике аневризм.

Но вернемся к еще одной загадке: почему такой талантливый ученый, как Н.С. Коротков, не сделал академическую карьеру, не создал свою школу, не оставил учеников [17]? И не в этом ли истоки «короткой» памяти потомков? Возмож-

но, ответы на все вопросы мы так и не получим. Глубокую признательность заслуживает деятельность тех отечественных исследователей, которые сделали все возможное, чтобы «вернуть» нам память о российском гении. Среди них особое место принадлежит ныне покойному профессору Сергею Егоровичу Попову, выпускнику Военно-медицинской академии, ученику Н.Н. Савицкого, прошедшему путь от войскового врача до заместителя начальника кафедры пропедевтики внутренних болезней ВМА и заведующего кафедрой при Санкт-Петербургском институте усовершенствования врачей-экспертов ФМБА. Именно благодаря его стараниям открылись новые факты жизни Н.С. Короткова, страницы журналов запестрели статьями о нем, на стене бывшей госпитальной хирургической клиники Военно-медицинской академии в 1989 году установлена мемориальная доска Н.С. Короткову, в 2007 году на карте Санкт-Петербурга появилась улица Короткова, в 2011 году на Богословском кладбище воздвигнут памятник-кенотаф. А еще Сергей Егорович написал выдержавшую два издания замечательную книгу «Лекарь Николай Коротков», биографические сведения из которой легли в основу этой статьи и многих других.

Наверное, главную свою загадку Н.С. Коротков оставил потомкам, ведь физическая природа компрессионных тонов волнует исследователей всего мира уже более 100 лет! Этой теме посвящено немало работ, как отечественных [18–21], так и зарубежных авторов [22–31]. Совсем недавно опубликована обзорная статья о возможностях использования звуков Короткова для ранней диагностики сердечной недостаточности на основе искусственного интеллекта [32]. А в 2023 году вышла работа французских ученых, посвященная фундаментальным механизмам образования звуков Короткова, в которой доказываются, что эти тоны отнюдь не звуковые феномены, исходящие из компримированной артерии, а скорее сдвиговые высокочастотные колебания ее стенки, передаваемые в окружающие ткани нелинейно распространяющейся пульсовой волной [33]. В связи с этой публикацией один из зарубежных электронных ресурсов декларировал: «Более чем столетняя загадка физической природы звуков Короткова наконец решена» [34]. Может быть и так, но будущее покажет.

Список литературы / References

- Segall HN. N.C. Korotkoff—1874 – 1920—pioneer vascular surgeon. *Am Heart J*. 1976 Jun;91(6):816-8. doi: 10.1016/s0002-8703(76)80549-2. PMID: 775955.
- Савицкий Н.Н. Современные пути изучения функции системы кровообращения: Актовая речь 25 декабря 1955 г. в день 157-летия Военно-медицинской академии. Л.: Изд-во ВМА, – 1956. – С. 1–24.
- Никитин В.П. К пятидесятилетию разработки Н.С. Коротковым аускультативного метода определения АД // Клиническая медицина. – 1956. – Т.34, №11. – С. 84–87.
- Попов С.Е. Лекарь Николай Коротков. – СПб.: – ИНКАРТ, 2005 (АООТ Тип. Правда). – 104 с.: ил.
- Протокол 245-го (III в отчетном году) заседания Русского Хирургического Общества Пирогова 10 мая 1905 г. // Труды и протоколы заседаний Русского Хирургического Общества имени Н.И. Пирогова за 1904–1905 г. Издание «Русского Хирургического Архива». – СПб.: Типография П.П. Сойкина, 1906. – С. 45–48.
- Коротков Н.С. К вопросу о методах исследования кровяного давления // Известия Императорской Военно-медицинской академии. – СПб.: 1905. – Т. 11, № 4. – С. 365–367.
- Крылов Д.О. Об определении кровяного давления по звуковому способу доктора Н.С. Короткова // Известия Императорской Военно-медицинской академии. 1906. – Т. 13, № 2. – С. 113–135.
- Ланг Г.Ф., Мансвельтов С.М. К вопросу о клинической методике определения кровяного давления // Труды общества русских врачей. 1908 – С.403–444.
- Яновский М.В. О клиническом значении измерений кровяного давления // Труды Четвертого Съезда российских терапевтов: (Киев, с 20 по 23 дек. 1912 г.) / Под ред. В.В. Виноградова, М.И. Вильчур [и др.]. – Киев, 1913. – XXXI, С. 1–12.
- Куршаков Н.А., Прессман Л.П. М.В. Яновский. К столетию со дня рождения. 1854–1954. – М.: Медгиз, 1954. – 160 с.
- Коротков Н.С. К вопросу о методах исследования кровяного давления; 2-е предварительное сообщение // Известия Императорской Военно-медицинской академии. – СПб.: 1906. – Т. 12, № 2. – С. 254–257.
- Мультановский М.П. Метод Короткова. История его открытия, клинического и экспериментального толкования и современная оценка. К 50-летию со дня смерти Н.С. Короткова // *Cor Vasa*. – 1970. – Т. 12, № 1; С. 1–6.
- Коротков Н. С. Опыт определения силы артериальных коллатералей: Дис. на степ. д-ра мед. Н.С. Короткова. – СПб.: тип. П.П. Сойкина, 1910. – С. 116.
- Segall HN. How Korotkoff, the surgeon, discovered the auscultatory method of measuring arterial pressure. *Ann Intern Med*. 1975 Oct;83(4):561-2. doi: 10.7326/0003-4819-83-4-561. PMID: 1101765.
- Segall HN. N.C. Korotkoff 1874–1920—pioneer vascular surgeon. *Am Heart J*. 1976 Jun;91(6):816-8. doi: 10.1016/s0002-8703(76)80549-2. PMID: 775955.
- Андреев А.А., Остроушко А.П. Николай Сергеевич Коротков – российский хирург, пионер современной сосудистой хирургии. К 145-летию со дня рождения. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии* 2019; 12:1: 83-83. DOI:10.18499/2070-478X-2019-12-1-83-83.
- Lahe M, O'Brien E. In search of Korotkoff. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1982 Dec 18-25;285(6357):1796-8. doi: 10.1136/bmj.285.6357.1796. PMID: 6816372; PMCID: PMC1500301.
- Ланг Г.Ф., Мансвельтов С.М. К вопросу о клинической методике определения кровяного давления // Труды общества русских врачей. 1908. – С.403–444.
- Крылов Д. О. К истории и значению коротковских звуков // Труды Военно-медицинской академии Р.К.К.А. им. С.М. Кирова. IV т. Л., 1935. С. 95–106.
- Косицкий Г.И. Звуковой метод исследования артериального давления: Теорет. основы метода и значение компрессионных звуков для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. – М.: Медгиз, 1959. – 275 с.: ил.
- Попов В.И. Реодинамический фактор артериального давления крови и возникновения звуков Короткова // МНИЖ. 2014. № 12-1 (31). – С. 38–46.
- Erlanger J. Studies in blood pressure estimation by indirect methods: II. The Mechanism of the Compression Sounds of Korotkoff. *Am. J. Physiol*. 1916; 40(1):82–125. DOI:10.1152/AJPLEGACY.1916.40.1.82
- Lange RL, Carlisle RP, Hecht HH. Observations on vascular sounds: the pistol-shot sound and the Korotkoff sound. *Circulation*. 1956 Jun;13(6):873-83. doi: 10.1161/01.cir.13.6.873. PMID: 13356443.
- Chungcharoen D. Genesis of Korotkoff Sounds. *Am J Physiol*. 1964 Jul;207:190-4. doi: 10.1152/ajplegacy.1964.207.1.190. PMID: 14193588.
- Geddes LA, Hoff HE, Badger AS. Introduction of the auscultatory method of measuring blood pressure—including a translation of Korotkoff's original paper. *Cardiovasc Res Cent Bull*. 1966 Oct-Dec;5(2):57–74. PMID: 5341624.
- Ur A, Gordon M. Origin of Korotkoff sounds. *Am J Physiol*. 1970 Feb;218(2):524-9. doi: 10.1152/ajplegacy.1970.218.2.524. PMID: 5412469.
- Conrad WA, McQueen DM, Yellin EL. Steady pressure flow relations in compressed arteries: possible origin of Korotkoff sounds. *Med Biol Eng Comput*. 1980 Jul;18(4):419-26. doi: 10.1007/BF02443311. PMID: 7421330.
- Dock W. Occasional notes. Korotkoff's sounds. *N Engl J Med*. 1980 May 29;302(22):1264-7. doi: 10.1056/NEJM198005293022220. PMID: 7366691.
- Dziewiecki GM, Melbin J, Noordergraaf A. The Korotkoff sound. *Ann Biomed Eng*. 1989;17(4):325-59. doi: 10.1007/BF02368055. PMID: 2774311.
- Venet R, Miric D, Pavie A, Lacheheb D. Korotkoff sound: the cavitation hypothesis. *Med Hypotheses*. 2000 Aug;55(2):141-6. doi: 10.1054/mehy.1999.1036. PMID: 10904431.
- Babbs CF. The origin of Korotkoff sounds and the accuracy of auscultatory blood pressure measurements. *J Am Soc Hypertens*. 2015 Dec;9(12):935-50.e3. doi: 10.1016/j.jash.2015.09.011. Epub 2015 Sep 25. PMID: 26553392.
- Lin W, Jia S, Chen Y, Shi H, Zhao J, Li Z, Wu Y, Jiang H, Zhang Q, Wang W, Chen Y, Feng C, Xia S. Korotkoff sounds dynamically reflect changes in cardiac function based on deep learning methods. *Front Cardiovasc Med*. 2022 Aug 26;9:940615. doi: 10.3389/fcvm.2022.940615. PMID: 36093170; PMCID: PMC9458936.
- Baranger J, Villemain O, Goudot G, Dizeux A, Le Blay H, Mirault T, Messas E, Pernot M, Tanter M. The fundamental mechanisms of the Korotkoff sounds generation. *Sci Adv*. 2023 Oct 6;9(40):ead4252. doi: 10.1126/sciadv.adi4252. Epub 2023 Oct 4. PMID: 37792931; PMCID: PMC10550233.
- <https://www.physicsformedicine.espci.fr/korotkoff-sounds-a-century-old-enigma-of-physics-is-finally-solved/>

Благодарности

Автор благодарит своих коллег Ирину Юрьевну Панину и Ильгана Марсовича Ахметшина за неоценимую помощь в подготовке материалов к этой статье.

Информация об авторах

Куликов Александр Николаевич, д.м.н., профессор, зав. кафедрой функциональной диагностики
ORCID: 0000-0002-4544-2967

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова

Контактная информация:

Куликов Александр Николаевич. E-mail: ankulikov2005@yandex.ru

Author information

Kulikov Alexander Nikolaevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Functional Diagnostics
ORCID: 0000-0002-4544-2967

First Saint Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov

Contact information

Kulikov Alexander Nikolaevich. E-mail: ankulikov2005@yandex.ru

Для цитирования: Куликов А.Н.. Загадочный русский гений: к 150-летию со дня рождения Н.С. Короткова. Медицинский алфавит. 2024;(22):54–57. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-54-58>

For citation: Kulikov A.N.. The Mysterious Russian Genius: On the 150th Anniversary of N.S. Korotkov. Medical alphabet. 2024;(22):54–58. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-22-54-58>



О конференции «Функциональная диагностика – 2024» в Сколково



28–30 мая 2024 года в Сколково в рамках Научно-практического Форума с международным участием «Медицинская диагностика – 2024» прошла XVI Всероссийская конференция «Функциональная диагностика – 2024». Эта конференция по давней традиции, уже 16-я по счету, организована Советом Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики. Отличие этой конференции от всех остальных, заключается в нескольких юбилейных датах, имеющих важное значение в становлении нашей специальности. Первое заседание конференции «Дистанционные методы и мониторинг в функциональной диагностике» было посвящено 150-летию со дня рождения российского хирурга Николая Сергеевича Короткова, изобретателя единственного аускультативного метода измерения артериального давления. Заседание «Актуальные вопросы эхокардиографии» было приурочено к 70-летию выхода в свет первой статьи немецкого инженера Карла Гельмута Герца и шведского кардиолога Инге Эдлера «Использо-

вание ультразвукового рефлектографа для непрерывной регистрации движений сердечных клапанов». Заседание «Современное состояние электрокардиологии» посвящалось – 100-летию Нобелевской премии по медицине за открытие техники электрокардиограммы Виллема Эйнтховена. А на заседании «Электроэнцефалография в диагностике заболеваний центральной нервной системы и оценке высшей нервной деятельности» участники отметили еще одну круглую дату – 100-летие первой регистрации энцефалограммы у человека.

В конференции приняли участие около 500 врачей функциональной диагностики со всех уголков нашей страны. С каждым годом интерес к функциональной диагностике растет, как и число новых технологичных диагностических направлений. Все участники конференции отмечали высокий уровень представленного материала на заседаниях, диагностических аппаратов на выставке, а так же важность проведения мастер-классов. До встречи в Сколково в мае 2025 года!