

Серии научно-практических рецензируемых журналов



Медицинский алфавит

№ 11 / 2022



Modern
Functional
Diagnostics

MEDICAL ALPHABET
Russian Professional Medical Journal

Современная функциональная диагностика

(2)



РАСФД



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

ДМС ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



СУТОЧНЫЕ МОНИТОРЫ
ДАВЛЕНИЯ И ЧАСТОТЫ
ПУЛЬСА



СИСТЕМА ХОЛТЕРОВСКОГО
МОНИТОРИРОВАНИЯ ЭКГ



КОМПЛЕКС СУТОЧНОГО
МОНИТОРИРОВАНИЯ
ЭКГ И АД

СОЮЗ



КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
НАГРУЗОЧНЫХ ПРОБ



ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС
СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ

ПРОГРЕСС



ЧРЕЗПИЩЕВОДНЫЙ
И ЭНДОКАРДИАЛЬНЫЙ
КАРДИОСТИМУЛЯТОР

ЭЗОТЕСТ



РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВО РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВИС

7(499) 501-34-35, 7(495) 746-80-22, info@dms-at.ru, www.dms-at.ru

Научный сайт журнала
www.med-alfavit.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 Б

Главный редактор журнала
Сергей Сергеевич Петриков
д.м.н., проф., член-корр. РАН

Главный редактор серии
«Современная функциональная
диагностика»
Наталья Федоровна Берестень

Технический редактор
Александр Сергеевич Савельев

Руководитель отдела
продвижения, распространения
и выставочной деятельности
Борис Борисович Будович
medalfavit_pr@mail.ru

Журнал включен в перечень ВАК.
Публикуемые материалы могут
не отражать точку зрения редакции.
Исключительные (имущественные)
права с момента получения
материалов принадлежат редакции
журнала «Медицинский алфавит».
Любое воспроизведение материалов
и иллюстраций допускается
с письменного разрешения издателя
и указанием ссылки на журнал.
Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных
материалов. К публикации
принимаются статьи, подготовленные
в соответствии с правилами редакции.
За точность сведений
об авторах, правильность цитат
и библиографических данных
ответственность несут авторы.
В научной электронной библиотеке
elibrary.ru доступны полные тексты
статей. Каждой статье присвоен
идентификатор цифрового
объекта DOI.

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, 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: 40 выпусков в год.

Подписано в печать 20.05.2022.

Формат А4. Цена договорная.

© Медицинский алфавит, 2022

Содержание

- 7 **Спектр мощности по электроэнцефалограмме: ошибки и практика применения. Спектральный анализ в исследовании изменчивости ритмов электроэнцефалограммы (Лекция третья)**
Л. Б. Иванов
- 13 **Разработка методов оценки интервала QT при блокаде левой ножки пучка Гиса**
*Ю. Э. Терезулов, Е. А. Ацель, Л. Ф. Салымова, Ф. Р. Чувашиева,
А. Ю. Терезулов, И. И. Милютин*
- 19 **Согласование врачебных описаний электрокардиограммы с применением тезауруса (списка типовых фраз) заключений**
Д. В. Дроздов, Д. В. Шутков, Т. М. Газашвили, Н. А. Полянская, М. Ю. Жук
- 27 **Влияние легочной гипертензии различной тяжести на характеристики суточной вариабельности синусового ритма**
*А. В. Соболев, Е. Ш. Кожмякина, Н. Х. Курбонбекова, А. М. Каспарова,
Т. М. Мартынюк*
- 34 **Возрастная динамика показателей проведения по кортико-лингвальному пути у здоровых детей**
В. Б. Войтенков, В. Н. Команцев, Е. В. Екушева, А. В. Климкин, М. А. Бедова
- 38 **Хирургическая коррекция врожденного порока сердца (дефект межпредсердной перегородки) при ВИЧ-инфекции**
А. Е. Андреева, С. Ю. Бартош-Зеленая, Т. В. Найден, Л. А. Алетдинова, К. В. Кузнецов
- 41 **Применение эхокардиографии у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19**
Н. В. Рыбалко, Л. Т. Хамидова, В. М. Абуцина, С. С. Петриков
- 47 **Значение термотопографии кистей рук в диагностике травмы повторяющегося напряжения, для массовых профосмотров и в эргономике**
М. Г. Воловик, И. М. Долгов
- 53 **Основатель клинической физиологии и функциональной диагностики – Александр Филиппович Самойлов**
Ю. Э. Терезулов, М. А. Подольская
- 59 **Кризис количественной электроэнцефалографии. Критические замечания на статьи «Опрос российских врачей о проведении рутинной электроэнцефалографии» и «Правила регистрации рутинной ЭЭГ» коллектива авторов в составе М. В. Синкина, Е. П. Богдановой, О. Д. Ельшиной, А. А. Троицкого**
Л. Б. Иванов

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 по специальностям:

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

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

В связи с продвижением контента журнала в международном научном сообществе и расширением его индексирования в наукометрических базах данных *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 Sinit'ska

Alfmed Publishing

+7 (495) 616-4800

medalfavit@mail.ru

Box 94, Moscow, 125155, Russia

Editorial Office

Office 720, Bldg. 1, 13

Academician Korolev Str.,

Moscow, Russia

Editor-in-Chief

Sergey Petrikov

Corr. Member of RAS, Doctor

of Medical Sciences (habil.), Professor

'Modern Functional Diagnostics'
Editor-in-Chief

Natalya Beresten

Technical Editor

Alexander Savelyev

Promotion and Distribution

Boris Budovich

medalfavit_pr@mail.ru

The *Medical Alphabet* is included into the list of scientific peer-reviewed periodicals recommended by the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of Russia for publishing scientific results of dissertations for the degree of Candidate and Doctor of Sciences. Authors' materials do not necessarily reflect the opinion of the Editorial Office.

All exclusive (property) rights on materials printed belong to the Editorial Office from the time of their receipt. Any reproduction of materials is allowed with a reference to the *Medical Alphabet* after a written permission of the publisher. The Editorial Office is not responsible for the content of ads.

Only articles prepared in accordance with the Editorial Office's rules are accepted for publication. Authors are responsible for the accuracy of information, the correctness of citations and bibliographic data.

The full texts of our articles are available at elibrary.ru. DOI is assigned to each article. Registered at the Federal Service for Supervision of Mass Media, Telecommunications, and Protection of Cultural Heritage. Registration ПИ № 77-11514 of 04.01.2002.

Frequency of publication: 40 issues per year.

Subscription: podpiska.ma@mail.ru

Free price.

Signed for press: 20 May 2022.

© 2022 Medical Alphabet

Contents

- 7 **EEG Power Spectrum: Errors and Application Practice (lecture three). Spectral analysis in the study of variability of EEG rhythms**
L. B. Ivanov
- 13 **Development of QT interval evaluation methods in the presence of left bundle branch block**
Yu. E. Teregulov, E. A. Atsel, L. F. Salyamova, F. R. Chuvashaeva, A. Yu. Teregulov, I. I. Miliutina
- 19 **Agreement process of ECG annotations using thesaurus (list of typical phrases) of ECG conclusions**
D. V. Drozdov, D. V. Shutov, T. M. Gazashvili, N. A. Polyanskaya, M. Yu. Zhuk
- 27 **Impact of pulmonary hypertension of varying severity on the characteristics of the daily variability of the sinus rhythm**
A. V. Sobolev, E. Sh. Kozhemyakina, N. Kh. Qurbonbekova, A. M. Kasparova, T. V. Martynyuk
- 34 **Age dynamic of the motor evoked potential from the tongue in healthy children**
V. B. Voitenkov, V. N. Komantsev, E. V. Ekusheva, A. V. Klimkin, M. A. Bedova
- 38 **Surgical correction of congenital heart disease (atrial septal defect) in HIV patient**
A. E. Andreeva, S. Yu. Bartosh-Zelenaya, T. V. Naiden, L. A. Aletdinova, K. V. Kuznetsov
- 41 **Echocardiography application in patients with COVID-19**
N. V. Rybalko, L. T. Khamidova, V. M. Abuchina, S. S. Petrikov
- 47 **The importance of thermal topography of the hands in the diagnosis of repetitive strain injury, for mass occupational medical examinations and in ergonomics**
M. G. Volovik, I. M. Dolgov
- 53 **Founder of clinical physiology and functional diagnostics – Alexander Filippovich Samoilov**
Yu. E. Teregulov, M. A. Podolskaya
- 59 **Crisis of quantitative electroencephalography. Critical remarks on two articles 'Survey of Russian doctors about routine electroencephalography' and 'Rules for registration of routine EEG' by a team of authors consisting of M. V. Sinkin, E. P. Bogdanova, O. D. Elshina, A. A. Troitchkiy**
L. B. Ivanov

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 in the following specialties:

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

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

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

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

Главный редактор журнала

Петриков Сергей Сергеевич, 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 в общей врачебной практике»), 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» (г. 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, 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., кафедра акушерства и гинекологии № 1 лечебного факультета ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ (Москва)

Кулаков Анатолий Алексеевич («Стоматология»), д.м.н., проф., 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 им. Н.И. Пирогова» Минздрава РФ (Москва)

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

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

Сандриков Валерий Александрович, 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» (Москва)

Редакционная коллегия серии «Современная функциональная диагностика»

Главный редактор серии

Берестень Н. Ф., д.м.н., проф., президент РАСФД, (Москва)

Заместители главного редактора:

Стручков П. В., д.м.н., проф. (Москва);

Дроздов Д. В., к.м.н., с.н.с. (Москва)

Александров М. В., д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

Алехин М. Н., д.м.н., проф. (Москва)

Бартош-Зеленая С. Ю., д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

Зильбер Э. К., д.м.н., проф. (г. Калининград)

Иванов Л. Б., к.м.н. (Москва)

Каменева М. Ю., д.м.н. (г. Санкт-Петербург)

Кочмашева В. В., д.м.н. (г. Екатеринбург)

Куликов В. П., д.м.н., проф. (г. Барнаул)

Лукина О. Ф., д.м.н., проф. (Москва)

Макаров Л. М., д.м.н., проф. (Москва)

Нарциссова Г. П., д.м.н. (г. Новосибирск)

Новиков В. И., д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

Павлов В. И., д.м.н. (Москва)

Павлюкова Е. Н., д.м.н., проф. (г. Томск)

Пронина В. П., к.м.н., ст.н.с. (Москва)

Рогоза А. Н., д.б.н., проф. (Москва)

Савенков М. П., д.м.н., проф. (Москва)

Сандриков В. А., д.м.н., проф., академик РАН (Москва)

Седов В. П., д.м.н., проф. (Москва)

Селицкий Г. В., д.м.н., проф. (Москва)

Ткаченко С. Б., д.м.н., проф. (Москва)

Терегулов Ю. Э., д.м.н. (г. Казань)

Тривоженко А. Б., д.м.н. (г. Томск)

Федорова С. И., к.м.н., проф. (Москва)

Шнайдер Н. А., д.м.н., проф. (Москва)

Editor-in-Chief

Petrikov 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*), DMSci (habil.), professor, RASci acad.,
Central Research Institute of Epidemiology (Moscow, Russia)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ostroumova O.D., DMSci (habil.), professor, Russian
Medical Academy for Continuing Professional
Education (Moscow, Russia)

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

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

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

Editorial Board 'Modern Functional Diagnostics' series

Editor-in-chief **Beresten N.F.**, DMSci (habil.), professor

Deputy Chief Editors:

Struchkov P.V., DMSci (habil.), professor

Drozdov D. V., PhD Med

Aleksandrov M. V., DMSci (habil.), professor

Alekhin M. N., DMSci (habil.), professor

Bartosh-Zelenaya S. Yu., DMSci (habil.), professor

Zilber E.K., DMSci (habil.), professor

Ivanov L. B., PhD Med

Kameneva M. Yu., DMSci (habil.)

Kochmasheva V. V., DMSci (habil.)

Kulikov V.P., DMSci (habil.), professor

Lukina O. F., DMSci (habil.), professor

Makarov L. M., DMSci (habil.), professor

Narcissova G. P., DMSci (habil.)

Novikov V.I., DMSci (habil.), professor

Pavlov V.I., DMSci (habil.)

Pavlyukova E. N., DMSci (habil.), professor

Pronina V.P., PhD Med

Rogoza A. N., Dr Bio Sci (habil.), professor

Savenkov M.P., DMSci (habil.), professor

Sandrikov V. A., DMSci (habil.), professor, academician of RASci

Sedov V.P., DMSci (habil.), professor

Selitsky G. V., DMSci (habil.), professor

Tkachenko S. B., DMSci (habil.), professor

Teregulov Yu.E., DMSci (habil.)

Trivozhenko A. B., DMSci (habil.)

Fedorova S. I., PhD Med, professor

Schneider N. A., DMSci (habil.), professor

Спектр мощности по электроэнцефалограмме: ошибки и практика применения.

Спектральный анализ в исследовании изменчивости ритмов электроэнцефалограммы (Лекция третья)

А. Б. Иванов

ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 имени Г.Н. Сперанского Департамента здравоохранения Москвы»

РЕЗЮМЕ

Спектральный анализ в традиционном исполнении не пригоден для исследования динамических процессов в головном мозге, так как размер отрезков записи необходимый для построения графиков спектра должен быть существенно длиннее, чем физиологическая изменчивость самой электроэнцефалограммы. Для этих целей разработаны специальные методические подходы: динамическое наблюдение за ритмами ЭЭГ методом Берг-Фурье анализа и разными вариантами построения графиков трендов частотных и амплитудных значений потенциалов головного мозга. Реальной значимости колебаний частоты доминирующего ритма ЭЭГ практически никто не знает, так как фактически отсутствовал инструмент, позволяющий изучать это явление в динамике. Было установлено, что у здоровых взрослых флюктуация альфа-ритма была умеренной. При психических заболеваниях она отличалась высокой вариативностью в зависимости от преобладающей клинической картины. При панических атаках с высоким уровнем тревожности наблюдается обратная картина патологическое снижение выраженности флюктуации частоты альфа-ритма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭЭГ, спектральный анализ, Берг-Фурье анализ, частотные тренды, вариабельность ЭЭГ, психические расстройства.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

EEG Power Spectrum: Errors and Application Practice (lecture three). Spectral analysis in the study of variability of EEG rhythms

L. B. Ivanov

Children's City Clinical Hospital No. 9 n.a. G.N. Speransky, Moscow, Russia

SUMMARY

The traditional EEG spectral analysis is not suitable for the study of dynamic processes in the brain, since the size of the recording segments required for plotting the spectrum graphs should be significantly longer than the physiological variability of the electroencephalogram itself. For these purposes, special methodological approaches have been developed: dynamic observation of EEG rhythms using the Berg-Fourier analysis method and various options for plotting trends of frequency and amplitude values of brain potentials. Almost no one knows the real significance of fluctuations in the frequency of the dominant EEG rhythm, since in fact there was no instrument for studying this phenomenon in dynamics. In panic attacks with a high level of anxiety, the opposite picture is observed, a pathological decrease in the severity of fluctuations in the frequency of the alpha rhythm.

KEY WORDS: EEG, spectral analysis, Berg-Fourier analysis, frequency trends, EEG variability, mental disorders.

CONFLICT OF INTEREST. The author declares no conflict of interest.

Как уже упоминалось выше (в предшествующей лекции) спектральный анализ в традиционном исполнении не пригоден для исследования динамических процессов в головном мозге, так как размер отрезков записи необходимый для построения графиков спектра должен быть существенно длиннее, чем физиологическая изменчивость самой электроэнцефалограммы. Эмпирически установлено, что для построения графиков спектра мощности, анализируемый участок должен быть не короче 30 секунд. Однако физиологическая вариабельность частотных составляющих ЭЭГ сама представляет интерес для оценки функционального состояния головного мозга, так как установлено, что она существенно меняется от множества причин, как в пределах изменчивости у здорового человека, так и при патологических состояниях.

Для этих целей разработаны специальные методические подходы: динамическое наблюдение за ритмами ЭЭГ методом Берг-Фурье анализа и разными вариантами построения графиков трендов частотных и амплитудных значений потенциалов головного мозга. Опыт применения методики Берг-Фурье невелик. Известна кандидатская диссертация Кечиной В. В. [2] в восьмидесятых-девяностых годах по контролю за биоэлектрической активностью головного мозга при кетоларовом наркозе у детей, выполненном на итальянском приборе (О.Т.Е. Biomedica, Италия), которая продемонстрировала возможность длительного динамического контроля за биотоками мозга не путем монотонного просмотра километров записи, а в виде количественно обработанной информации в компактном варианте. Как говорилось выше (в предшествующей лекции), прибор

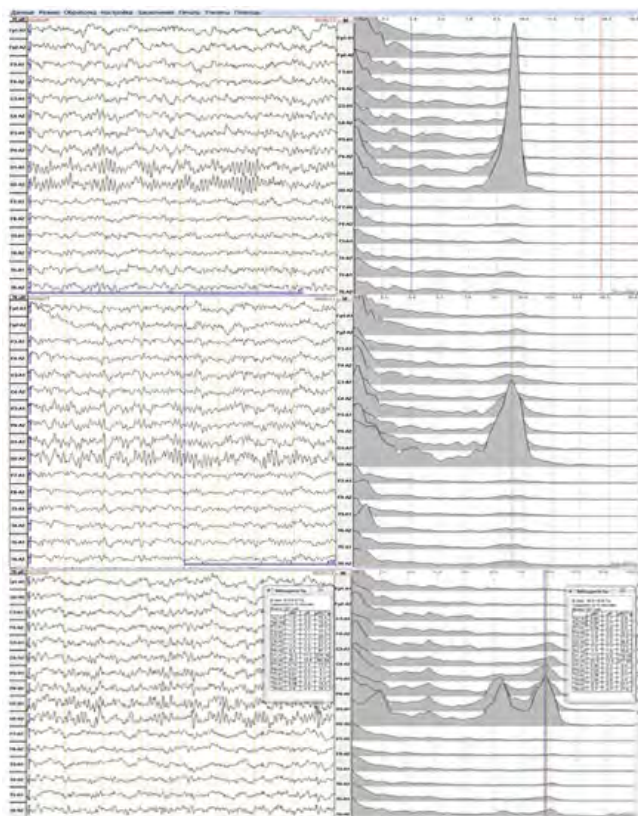


Рисунок 1. На графиках спектра мощности альфа-ритма у разных испытуемых могут встречаться как пики с одной модой, так и иметь несколько модальных величин.

Таблица 1
Характеристика обследованных условно здоровых детей.

Характеристика обследованных		Личностные особенности		Всего
		Незрелая функция внимания	Повышенный тревожный фон	
Здоровые дети	5-7 лет	5	5	10*
	10-15 лет	2	4	6
Здоровые взрослые		-	-	4

обогнал свое время и широкого распространения не нашел. Кроме того, его конструкция преимущественно была построена еще на аналоге принципе с жестко лимитированными возможностями изменять программные настройки, что препятствовало его широкому применению. Да и идей его применения, при том уровне понимания клинической нейрофизиологии, не оказалось. Небогато на такие идеи и в наше время, но не по уровню подготовленности специалистов, а скорее, по причине неосведомленности их о таких современных возможностях. Хотя совершенно очевидно, что динамический контроль за биопотенциалами мозга с помощью метода Берг-Фурье анализа мог бы быть чрезвычайно информативным в разных областях врачебной деятельности: в фармакологической ЭЭГ, в сомнологии, у постели больного с совершенно разными

патологическими состояниями в реанимационных отделениях, при оценке реакции мозговой активности при разных вариантах психологических нагрузок. Особо необходимо отметить, что его применение полностью бы вытеснило самый примитивный вариант оценки реактивности мозга, как амплитудно-интегральная ЭЭГ (Amplitude-integrated electroencephalography), получивший широкое применение в реаниматологии новорожденных. Суть последнего заключается в отыскивании в записи ЭЭГ, сжатой до уровня шума, участков амплитудного подъема, в поисках феномена «активность-подавление». При таком варианте записи все частотные компоненты ЭЭГ теряются полностью. Методика Берг-Фурье не только вполне применима для поиска и демонстрации феномена «активация-подавления», но полностью сохраняет информацию о всех частотных составляющих и обеспечивает настройку анализа под индивидуальные потребности пользователя.

Суть работы метода Берг-Фурье заключается в непрерывной записи участков ЭЭГ заданной длины, которая определяется поставленной диагностической задачей. Короткие фрагменты (от 2 до 15 с и более) программируют при анализе амбулаторной ЭЭГ, как в реальном, так и постреальном времени, длинные —, как правило, при часовом или суточном мониторингировании, в том числе в реанимационных отделениях. Вся сложность динамического построения графиков спектра мощности при этом варианте анализа заключается в том, что простым суммированием отдельных фрагментов ЭЭГ получить результат без искажений нельзя. Для этого разработан особый алгоритм сопоставления исследуемого короткого фрагмента (вплоть до 2 сек) с соседними участками (МБН). Алгоритм этот настраиваемый под разные задачи исследования. Он существенно отличается от фиксированного в итальянском приборе.

Частотная изменчивость альфа-ритма при расстройстве ментальных функций

Мы имеем позитивный опыт использования Берг-Фурье анализа для оценки выраженности изменчивости альфа-ритма у здоровых детей с учетом личностных особенностей и при разных психических расстройствах (1).

Было замечено, что на спектрах мощности пик доминирующей частоты может быть как узким, так и достаточно широким, или иметь несколько модальных вершин (рис. 1.), что косвенно указывает на вероятную частотную вариабельность альфа-ритма.

На практике частотная вариабельность альфа-ритма до сих пор еще носит описательный характер на базе преимущественно визуальной оценки, так как классический спектральный анализ на это вопрос ответить не может. Реальной значимости колебаний частоты доминирующего ритма практически никто не знает, так как фактически отсутствовал инструмент, позволяющий изучать это явление в динамике.

Нами была поставлена задача изучить варианты частотной флюктуации альфа-ритмов на основе новых объективных методик обработки ЭЭГ у условно здоровых детей и взрослых, и пациентов с некоторыми вариантами психических расстройств (табл. 1 и табл. 2).

Таблица 2
Характеристика обследованных детей и взрослых
с расстройствами ментальных функций

	Диагноз	Количество пациентов
Дети	СДВГ	6
	Задержка речевого развития	5
	Астено-невротические реакции	7
	Соматоформные расстройства	5
	Парасомнии	5
Взрослые	Панические атаки	8
Всего		36*

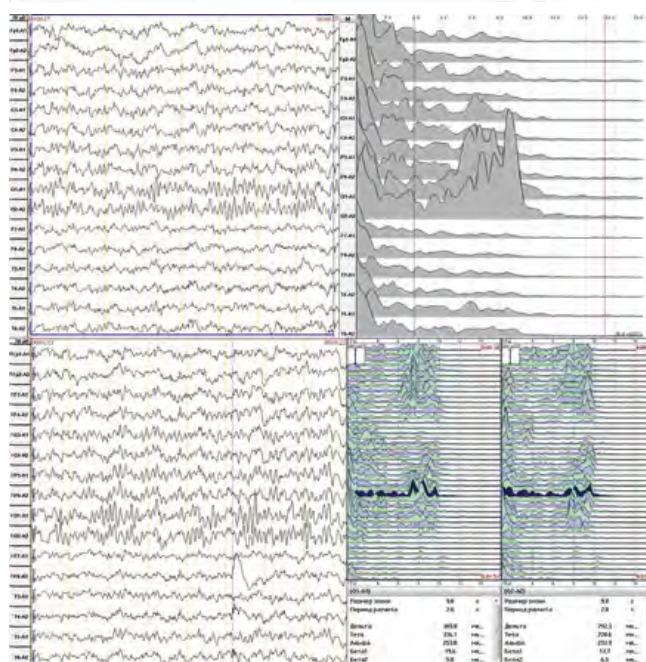


Рисунок 2. Иллюстрация разной информационной наполненности графиков традиционного спектрального анализа по фрагменту длительностью 45 сек и графиков построенных по алгоритму Берг-Фурье. На верхнем рисунке график отражает усредненную картину частотных компонентов альфа-ритма за весь временной отрезок, на нижнем – прослеживается изменчивость этого диапазона на протяжении всего периода регистрации.

Для изучения частотной флюктуации альфа-ритма применен Берг-Фурье анализ с расширенными возможностями, встроенной в компьютерную программу «МБН-Нейрокартограф» (рис. 2).

Количественно частотная флюктуация была измерена у условно здоровых детей в двух возрастных группах 5–7 и 10–15 лет с учетом зрелости функций внимания и физиологической тревожности, и взрослых (табл. 1.), а также у детей с СДВГ, с задержкой речевого развития, астено-невротическими реакциями, соматоформными расстройствами, парасомниями, у взрослых пациентов с паническими атаками с выраженным тревожным аффектом (табл. 2).

Анализу подвергались фрагменты длительностью 30–60 секунд непрерывной записи вне функциональных проб.

Таблица 3
Показатели частоты и ее флюктуации доминирующего альфа-ритма у здоровых обследованных

Характеристика обследованных			Средняя альфа	Флюктуация средней (Сигма)
Здоровые дети	5-7 лет	Незрелая функция внимания	8,3±	±0,31
		Повышенный тревожный фон	8,8±	±0,22
		Средняя по группе	8,7±	±0,27
	10-15 лет	Незрелая функция внимания	9,8±	±0,3
		Повышенный тревожный фон	10,2±	±0,22
		Средняя по группе	10,2±	±0,24
Здоровые взрослые		-	10,4±	±0,21

Таблица 4
Частотные показатели доминирующего альфа-ритма у пациентов с психическими расстройствами

	Диагноз (возраст)	Средняя частота доминирующего альфа-ритма	Флюктуация доминирующего альфа-ритма
Дети	СДВГ (5-7 лет)	8,0±	±0,51
	Задержка речевого развития (5-7 л)	7,9±	±0,53
	Соматоформные расстройства (5-7 л)	8,7±	±1,5
	Соматоформные расстройства (10-15 л)	9,5±	±0,64
	Парасомнии 5-7 л)	8,7±	±0,40
	Астено-невротические реакции (7-9 л)	10,9±	±0,19
	Астено-невротические реакции (10-15)	9,7±	±0,012
Взрослые	Панические атаки (с высоким уровнем тревожности)	9,0±	±0,16

Было установлено, что у здоровых взрослых флюктуация альфа-ритма в пределах выбранного интервала анализа относительно средней частоты ритма имела отклонение в пределах $\pm 0,21$ Гц, у детей старшей возрастной группы – в пределах $\pm 0,24$ Гц, младшей возрастной группы $\pm 0,27$ Гц. (табл. 3).

В группах детей с СДВГ и задержкой формирования речевых функций средняя частота альфа ритма была в среднем ниже, чем в контрольной группе на 0,3–0,4 Гц, а частотная флюктуация у детей была непостоянной и колебалась от $\pm 0,3$ Гц до $\pm 1,6$ Гц, в среднем – $\pm 0,51$ и $\pm 0,53$ Гц соответственно (табл. 4).

При соматоформных расстройствах характер направленности изменений показателя флюктуации у разных пациентов зависел от преобладания той или иной клинической картины. У детей младшей группы он достигал $\pm 1,5$ Гц, старшей – $\pm 0,64$ Гц, что значительно превышало пределы колебаний частоты доминирующего ритма у здоровых детей.

У пациентов с астено-невротическими реакциями, если в структуре симптомокомплекса преобладали

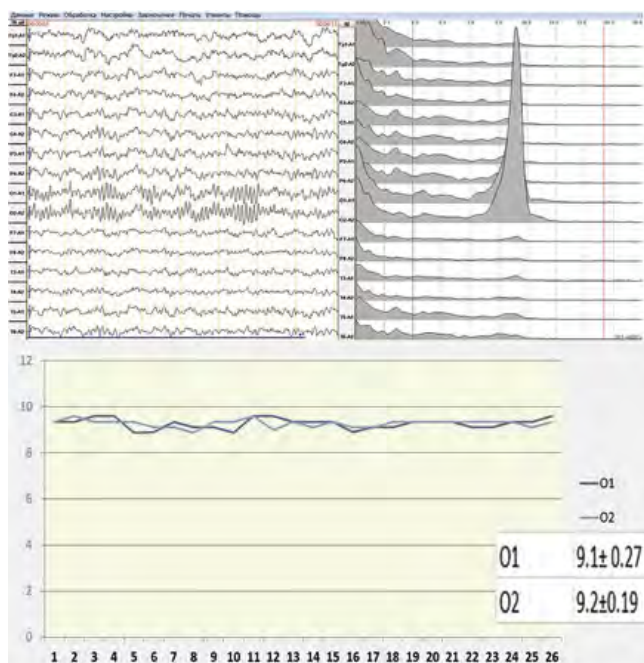


Рисунок 3. Флюктуация доминирующего альфа ритма условно здорового ребенка 15 лет (нативная ЭЭГ и спектр мощности сверху, график флюктуации внизу). Обращает на себя внимание невысокий уровень вариальности частоты доминирующего ритма.

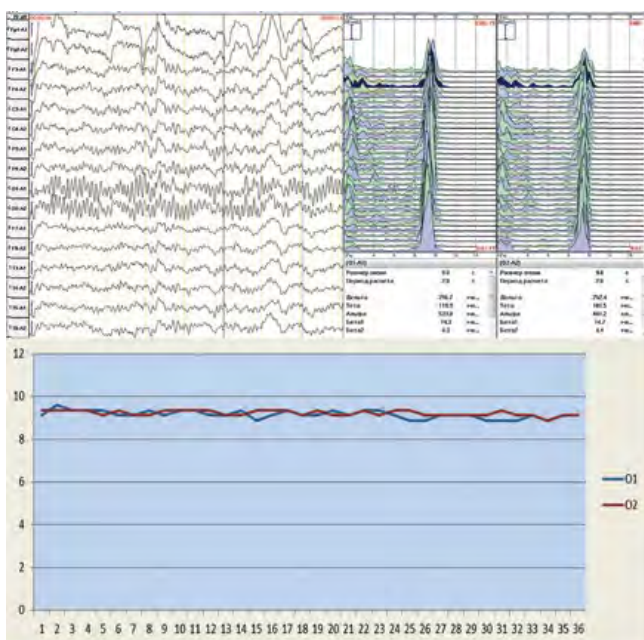


Рисунок 4. Флюктуация доминирующего альфа ритма условно здорового ребенка, 6 лет, (нативная ЭЭГ и графики Берг-Фурье анализа сверху, график флюктуации внизу). Обращает на себя внимание невысокий уровень вариальности частоты доминирующего ритма.

жалобы на повышенную тревожность, отмечалась обратная тенденция, происходило сужение диапазона вариальности значений доминирующей частоты (в среднем $\pm 0,19$ Гц).

Наиболее демонстративно это наблюдалось у взрослых пациентов с паническими атаками с выраженным тревожным аффектом. Флюктуация альфа ритма в размере одной сигмы у них снизилась до $\pm 0,08$ Гц.

Сказанное проиллюстрируем несколькими примерами (рис. 3, 4, 5 и 6).

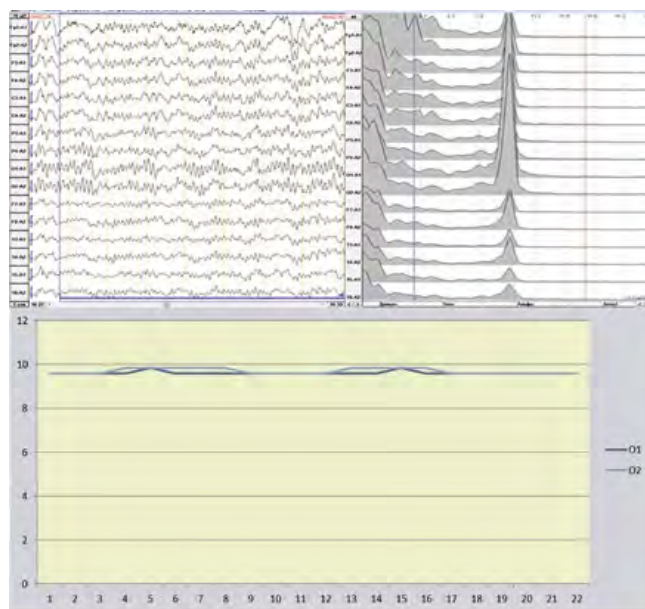


Рисунок 5. Астено-невротический паттерн с повышенным уровнем тревожности ЭЭГ у ребенка 9 лет. На ЭЭГ (рис сверху) расширенная зона альфа представительства, на спектре мощности суженный пространственный пик доминирующего альфа-ритма. На графике снижение флюктуации доминирующей частоты альфа-ритма (график внизу).



Рисунок 6. Пациент 15 лет. Соматоформное расстройство. На графике избыточная флюктуация доминирующего ритма, выходящая даже за границы традиционного диапазона альфа-ритма (Горизонтальные линии – границы альфа-диапазона).

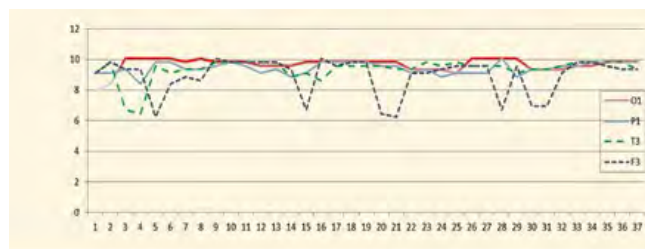


Рисунок 7. Динамика пространственной флюктуации частоты альфа-ритма у ребенка с невротическими реакциями демонстрирует более высокую изменчивость его в передних отделах.

В представленных выше примерах наблюдений показана разная степень частотной флюктуации альфа-ритма в зоне его максимальной выраженности, а именно в затылочных отведениях. Были также изучены особенности изменчивости частоты альфа ритма в разных регионарных зонах по конвекции головы. Оказалось, что регионарная его изменчивость отличается от таковой в затылочных отделах. У здоровых детей эта изменчивость была умеренно выше в передних отделах по сравнению с задними.

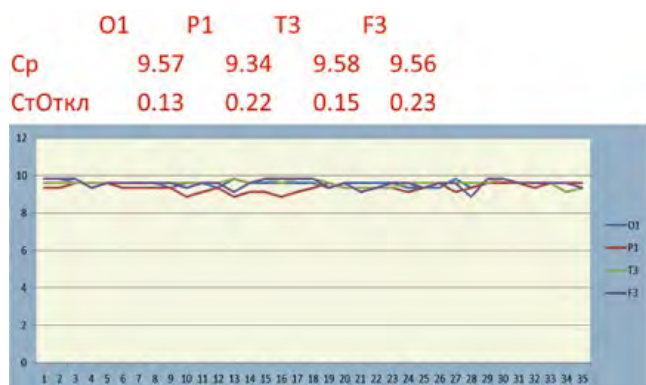


Рисунок 8. У ребенка с высоким уровнем тревожности при динамическом исследовании выявляется низкий уровень флюктуации доминирующей частоты основного ритма в разных регионах.

У пациентов с СДВГ, невротическими реакциями, задержкой речевого развития колебания частоты альфа-ритма в передних отделах могло достигать громадных различий. В передних отделах флюктуация альфа-ритма всегда была больше, чем в затылочных (рис. 7).

Иная картина наблюдается у пациентов с высокой степенью тревожности. У них как в затылочных, так и лобных отделах уровень частотной флюктуации был невысоким (рис. 8), и ниже, чем в группе здоровых детей.

Таким образом, для здоровых детей и взрослых характерно наличие умеренно выраженной частотной флюктуации. У пациентов с СДВГ и задержкой речевого развития флюктуация доминирующих значений основного ритма существенно возрастала. При формировании в структуре личности тревожного аффекта отмечено сужение выраженности частотной флюктуации альфа-ритма, вплоть до полного ее отсутствия.

Реакция альфа-ритма на функциональную пробу «Открыть-Заккрыть» глаза с позиции частотной вариабельности

Оценка типовой реакции на пробу «Открыть-Заккрыть» в классических руководствах по ЭЭГ осуществляется по нативной ЭЭГ качественно и гласит, что в ответ на «Открытие» глаз происходит подавление альфа-ритма, или наступает десинхронизация, при «Закрывании» – восстановление его.

Частотные изменения альфа-ритма при данной пробе не изучены.

Была поставлена задача проследить характер частотных изменений в структуре затылочного альфа-ритма при «Открытии» и «Закрывании» глаз.

Методы исследования включали в себя: 1) визуальную оценку (рис. 9); 2) частотную флюктуацию доминирующего ритма на этапах функциональной пробы «Открыть-заккрыть глаза» методом Берг-Фурье анализа.

Оказалось, что у всех здоровых обследованных на команду «Открыть»: частота альфа-ритма, несмотря на визуальное полное его подавление (рис. 9), сохраняется на том же уровне (рис. 10), хотя ожидалось, что его частота сместится или в тета, или в бета-диапазон, то есть, альфа-ритм при открытых глазах сохраняется, хотя визуально и отсутствует. На пробу «Заккрыть» у здоровых детей отмечается короткая фаза (в пределах 1 сек)

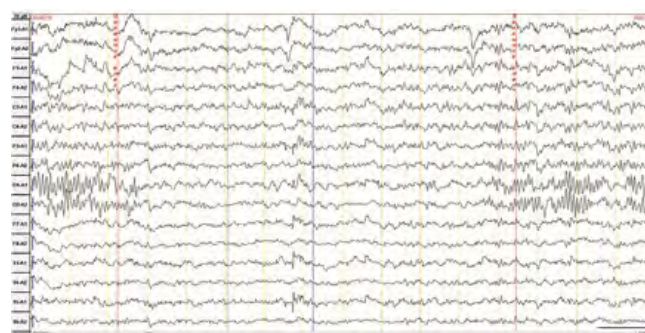


Рисунок 9. Типовая реакция на пробу «Открыть-Заккрыть»: визуально на ЭЭГ альфа-ритм подавляется и восстанавливается.



Рисунок 10. У здорового ребенка на пробу «Открыть глаза» частота альфа-ритма, несмотря на визуальное полное его подавление, сохраняется на том же уровне. На пробу «Заккрыть»: отмечается короткая фаза падения частоты альфа-ритма с последующим резким подъемом ее на 0,5–2 Гц.



Рисунок 11. Реакция альфа-ритма на функциональную пробу «Открыть-Заккрыть» глаза у ребенка, 9 лет, с соматоформным расстройством сопровождалась не только падением амплитуд, но снижением частоты основного ритма вплоть до захватывающей уровня тета диапазон.

падения частоты альфа-ритма на 1–1,5 Гц с последующим резким подъемом ее на 0,5–2 Гц, которая продолжается 5–8 секунд с постепенным снижением частоты альфа-ритма до исходной (рис. 10). Такая типовая реакция на «Закрывание» глаз в виде временного повышения частоты альфа ритма прослеживалась у большей части здоровых обследованных.

У пациентов с расстройством психической деятельности встречалась иная реакция на пробу «Открыть-Заккрыть глаза». У них отмечалось не только падение амплитуд, но и наблюдалось снижение частоты основного ритма (рис. 11). Флюктуация в виде временного повышения частоты выше исходной была неотчетливой.

Резюме по лекции

Не следует рассчитывать, что после данной лекции, все практические электроэнцефалографисты кинутся широко применять возможности оценивать частотную флюктуацию альфа-ритма.

С одной стороны, врачебная аудитория крайне консервативна.

С другой – редкий специалист быстро раскачается расширить свои профессиональные возможности в плане интерпретирования ЭЭГ в психофизиологическом ключе.

В-третьих, этому нужно учиться, а учиться практически негде не только новому направлению ЭЭГ, но и просто традиционной электроэнцефалографии. С этими бестолковыми сертификатами: «У кого можно учиться, у того нет права учить, а кто может учить, тот не знает, чему учить». Был в СССР наилучший вариант обучения на «рабочем месте». Об этом приходится только ностальгически помыслить. Теперь слезанная с американцев аккредитация с принудительным непрерывным образованием вбила кол в хорошую образовательную советскую систему.

В-четвертых – и работать в этом направлении психофизиологической трактовки не на чем. Электроэнцефалографы, широко распространенные по стране, за редким исключением, ориентированы в основном на диагностику эпилепсии и имеют очень слабое математическое обеспечение или плохо адаптированы под практическое применение.

Но под лежащий камень и вода не течет. Цель данной лекции не только проинформировать практикующих электроэнцефалографистов о новых, возможностях количественной электроэнцефалографии, известных узкому кругу специалистов, но и уведомить большинство брендовых производителей, что их оборудование сильно отстает от времени.

Список литературы / References

1. Л. Б. Иванов, А. В. Будкевич – Частотная и пространственная флюктуация альфа-ритма в норме и патологии. ж. Современная функциональная диагностика, Медицинский алфавит. 2018;3(25):18–23.
LB Ivanov, AV Budkevich – Frequency and spatial fluctuation of alpha rhythm in health and disease. f. Modern functional diagnostics, Medical alphabet. 2018; 3 (25): 18–23.
2. В. В. Кечина - Биоэлектрическая активность головного мозга при комбинированном кетаминном наркозе у детей: Дис... мед. наук: М., 1986 г., 157 с. .
V. V. Kechina - Bioelectrical activity of the brain in combined ketamine anesthesia in children: Dis... honey. Sciences: M., .. 1986, 157 p.

Статья поступила / Received 17.04.2022
Получена после рецензирования / Revised 18.04.2022
Принята к публикации / Accepted 18.04.2022

Сведения об авторе

Иванов Лев Борисович, к.м.н., врач высшей категории по функциональной диагностике, зав. диагностическим отделением КДЦ, E-mail: ivanov40lb@gmail.com. ORCID:0000-0001-5954-1520

ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 имени Г. Н. Сперанского Департамента здравоохранения Москвы»

Для переписки: Иванов Лев Борисович. E-mail: ivanov40lb@gmail.com

About author

Ivanov Lev B., PhD Med, physician of superior expert category in functional diagnostics, head of Diagnostic Dept. E-mail: ivanov40lb@gmail.com. ORCID: 0000-0001-5954-1520

Children's City Clinical Hospital No. 9 n.a. G. N. Speransky, Moscow, Russia

For correspondence: Ivanov Lev B. E-mail: ivanov40lb@gmail.com

Для цитирования: Иванов Л. Б. Спектр мощности по электроэнцефалограмме: ошибки и практика применения. Спектральный анализ в исследовании изменчивости ритмов электроэнцефалограммы (Лекция третья). Медицинский алфавит. 2022; (10): 7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-7-12>

For citation: Ivanov L. B. EEG Power Spectrum: Errors and Application Practice (lecture three). Spectral analysis in the study of variability of EEG rhythms. Medical alphabet. 2022; (10):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-7-12>



Электроэнцефалографы на 4, 16, 19, 21 и 32 канала с полной периферийной комплектацией

Для амбулаторной и стационарной регистраций ЭЭГ, а также суточного видеомониторинга

Полный объем традиционного математического обеспечения:

- амплитудный;
- спектральный;
- когерентный анализ с построением графиков и карт с гибким алгоритмом настроек.

Программное обеспечение Нейрокартограф может быть использован для диагностики эпилепсии:

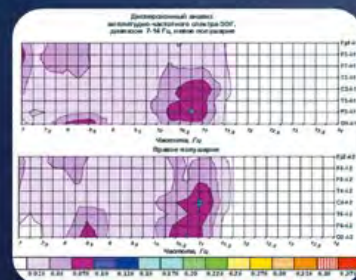
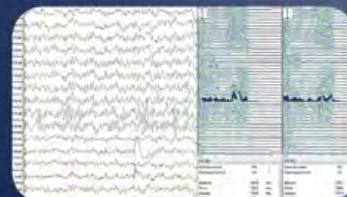
- обеспечен методикой автоматического поиска эпилептиформной активности, включая низкоамплитудные острые волны (оригинальный алгоритм) и трехмерную локализацию источника патологической активности.

Предусмотрена возможность исследования расстройства ментальных функций у здоровых и пациентов с психическими расстройствами:

- непрерывный частотно-амплитудный мониторинг потенциалов мозга методом Берг-Фурье анализа;
- тренды мощности и когерентности;
- построение трехмерных дисперсионных карт по Росману.

Любой модельный ряд по желанию заказчика:

- мобильный;
- стационарный;
- варианты, на одно;
- или несколько рабочих мест.



ООО «НАУЧНО-МЕДИЦИНСКАЯ ФИРМА МБН»

105120, Москва, 2-й Сыромятнический пер., д. 10 кв. 6
Телефон: (495) 917-83-24 (495) 917-97-03 (495) 917-77-76
E-mail: info@mbn.ru <http://www.mbn.ru>

Разработка методов оценки интервала QT при блокаде левой ножки пучка Гиса

Ю.Э. Терегулов^{1,2,4}, Е.А. Ацель¹, Л.Ф. Саямова¹, Ф.Р. Чувашаева^{1,4},
А.Ю. Терегулов^{3,4}, И.И. Милутина¹

¹Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань

²Казанский государственный медицинский университет, г. Казань

³Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

⁴Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань

РЕЗЮМЕ

Актуальность разработки обусловлена тем, что удлинение или укорочение интервала QT связано с повышенным риском внезапной сердечной смерти и нет доказанной и признанной методики расчета скорректированного интервала QT при блокаде левой ножки п. Гиса (БЛНПГ).

Цель исследования. Разработка методики, позволяющей оценивать длительность скорректированного интервала QT у пациентов с БЛНПГ с наибольшей точностью.

Проведен анализ ЭКГ у 43 пациентов, среди которых 31 женщина и 12 мужчин. Пациенты включались в исследование при наличии у них записей ЭКГ до и после развития БЛНПГ. При этом частота сердечных сокращений (ЧСС) на электрокардиограммах должна была входить в диапазон 50–90 уд/мин, а разница в ЧСС у пациента с БЛНПГ и без БЛНПГ была не более 10 уд/мин. Из исследования исключались пациенты с перенесенным инфарктом миокарда в анамнезе. На основании анализа ЭКГ до и после развития БЛНПГ разработаны два метода расчета QTc, которые позволили скомпенсировать удлинение QT за счет расширения QRS при БЛНПГ и показали высокую точность расчета QTc по разным формулам, сравнивая расчетные значения при БЛНПГ с данными QTc до развития БЛНПГ.

1. Метод линейной регрессии

Bazett $QTc_{linB} = 120,5692 + 0,6315 \times QT_{cBb}$

Fridericia $QTc_{linF} = 130,4425 + 0,6024 \times QT_{cFb}$

Sagie $QTc_{linS} = 125,4726 + 0,6182 \times QT_{cSb}$,

где QT_{cBb} , QT_{cFb} , QT_{cSb} — продолжительность скорректированных значений QT при БЛНПГ по формулам Bazett, Fridericia, Sagie, соответственно

2. Метод компенсации QT на уширение QRS за счет БЛНПГ

$QT_k = QT_b - (QRS_b - 100 \text{ мс})$ с последующим расчетом значений QTc по формулам Bazett, Fridericia, Sagie исходя из значений QT_k .

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: блокада левой ножки пучка Гиса, интервал QT, скорректированный QT, Bazett, Fridericia, Sagie, внезапная сердечная смерть.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Development of QT interval evaluation methods in the presence of left bundle branch block

Yu. E. Teregulov^{1,2,4}, E. A. Atsel¹, L. F. Salyamova¹, F. R. Chuvashaeva^{1,4}, A. Yu. Teregulov^{3,4}, I. I. Miliutina¹

¹Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

²Kazan State Medical University, Kazan, Russia

³Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

⁴Republican Clinical Hospital, Kazan, Russia

SUMMARY

The relevance of this development is due to the fact that prolongation or shortening of the QT interval is associated with an increased risk of sudden cardiac death and there is no validated and recognized method to calculate corrected QT interval (QTc) in left bundle branch block (LBBB).

The aim of the study is to develop a method for evaluating the duration of corrected QT interval in patients with LBBB.

Electrocardiograms (ECGs) of 43 patients, including 31 women and 12 men, were analyzed. Patients were included in the study if they had ECGs before and after the manifestation of LBBB. At the same time the heart rate (HR) on ECGs should have been 50–90 bpm and the difference in heart rate on ECGs with and without LBBB was no more than 10 bpm. Patients who have suffered myocardial infarction were excluded from the study. Based on the analysis of ECGs before and after the manifestation of LBBB, two methods to calculate QTc have been developed. These methods make it possible to compensate for prolongation of the QT interval caused by enlargement of QRS and demonstrated high accuracy in the calculation of QTc by different formulas, comparing the calculated values for LBBB and values of QTc before the development of LBBB.

1. Linear regression method

Bazett $QTc_{linB} = 120,5692 + 0,6315 \times QT_{cBb}$

Fridericia $QTc_{linF} = 130,4425 + 0,6024 \times QT_{cFb}$

Sagie $QTc_{linS} = 125,4726 + 0,6182 \times QT_{cSb}$,

QT_{cBb} , QT_{cFb} , QT_{cSb} — the duration of the corrected values of QT in LBBB according to the formulas of Bazett, Fridericia, Sage, respectively.

2. Method of QT interval compensation for enlargement of QRS in LBBB

$QT_k = QT_b - (QRS_b - 100 \text{ ms})$ and the subsequent calculation of QTc by the formulas of Bazett, Fridericia, Sage based on the values of QT_k .

KEY WORDS: Left bundle brunch block, QT interval, corrected QT, Bazett, Fridericia, Sagie, sudden cardiac death.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Блокада левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) довольно часто встречающаяся на ЭКГ патология. Согласно эпидемиологическим исследованиям последних лет, встречаемость блокады левой ножки в общей популяции населения составляет 0,1–0,8 %. [1]. При этом частота встречаемости БЛНПГ в общей популяции увеличивается с возрастом, к 50 годам встречаемость достигает 1,2 %, а к 80 годам – 17 % [2].

Самая частая причина БЛНПГ (до 80 %) – это ишемическая болезнь сердца и гипертоническая болезнь, но в редких случаях она встречается у здоровых людей, а также при какой-либо не диагностированной патологии [3].

При БЛНПГ нарушается проводимость по основному стволу ножки до его разветвления на ветви или одновременно по передней и задней ветвям левой ножки пучка Гиса. Это вызывает уширение комплекса QRS ЭКГ и изменение направления реполяризации в левом желудочке [4].

Пациенты с БЛНПГ, страдающие ИБС, имеют высокие риски внезапной смерти, основной причиной которой являются желудочковая эктопия с переходом в фибрилляцию желудочков. Для предотвращения желудочковых аритмий используются антиаритмические препараты, которые могут оказывать влияние на продолжительность потенциала действия и, соответственно, на продолжительность интервала QT, и вызвать проаритмогенный эффект с развитием внезапной сердечной смерти [5]. Поэтому крайне важно при антиаритмической терапии контролировать интервал QT. В то же время сегодня нет утвержденных методов расчета и оценки QTc при блокаде левой ножки пучка Гиса.

Интервал QT отражает процессы деполяризации и реполяризации миокарда желудочков [6]. Удлинение или укорочение интервала QT связывают с повышенным риском развития фатальных нарушений ритма и внезапной сердечной смерти [7, 8]. Аномальная длительность интервала QT может быть врожденной или приобретенной – вследствие каналопатий, электролитного или гормонального дисбаланса в организме, ишемии миокарда или как побочное действие лекарственных средств, что требует контроля продолжительности QT-интервала при проведении терапии и соответствующей ее коррекции [9, 10].

Продолжительность интервала QT зависит от длительности потенциала действия миокардиоцитов, толщины миокарда и времени охвата возбуждением миокарда желудочков сердца. В то же время, риски развития фатальных аритмий сердца определяются, прежде всего, длительностью потенциала действия (ПД), удлинение и укорочение которого приводит к развитию триггерной активности и осцилляторной деполяризации миокардиоцита. Удлинение QT за счет замедления проводимости в желудочках сердца прямого влияния на формирование триггерных аритмий не оказывает. В связи с этим, задача оценки продолжительности интервала QT у пациентов с уширением QRS за счет блокады ножек п. Гиса связана с необходимостью выделить удлинение QT за счет удлинения ПД, что отражает риски развития фатальных аритмий [9].

Интервал QT величина не постоянная и зависит от частоты сердечных сокращений. Для оценки интервала QT принято применять не абсолютные значения, а скорректированные по ЧСС. В этом случае интервала QT приводится

к его значению при ЧСС 60 ударов в минуту. Для расчета скорректированного интервала QT, как правило, применяется формула Н. С. Bazett: $QTc_B = QT / \sqrt{RR}$ [11]. Также используется формула L. S. Fridericia: $QTc_F = QT / \sqrt[3]{RR}$ [12]. Позднее были предложены линейные формулы расчета QTc, одна из которых предложена А. Sagie: $QTc_s = QT + 0,154 \times (1 - RR)$ [13]. Использование различных формул коррекции QT по ЧСС связано с ограничениями их применения, так наиболее распространенная формула Bazett может применяться только при ЧСС от 50 до 90 в мин., в остальных случаях используются методы расчета Fridericia или Sagie [14, 15].

Для проведения корректной оценки длительности интервала QT у пациентов с БЛНПГ необходимо компенсировать уширение QT за счет продолжительности QRS. Для этого использовались различные подходы. Pentti M. Rautaharju с соавт. изучали вопрос оценки удлиненных интервалов QT и JT при нарушениях внутрижелудочковой проводимости. Было предложено анализировать интервал JT (интервал от начала точки J до окончания зубца T) и интервал QTc скорректированный по формуле Bazett минус QRS; изучалась связь между интервалами RR, JT и QT в группе взрослых мужчин женщин (1251 человек) с нарушениями внутрижелудочковой проводимости. Было установлено, что сохраняется сильная корреляция между JT и ЧСС. Авторы выявили, что при нарушении внутрижелудочковой проводимости продолжительность желудочкового комплекса оказывает существенное влияние на продолжительность QT, но не на JT [16]. В то же время, нормативы для скорректированного интервала JT отсутствуют в отличие от скорректированного интервала QTc. Таким образом, мы не можем опираться на данные продолжительности JT для оценки удлинения интервала QT.

Narilaos Bogossian и соавторы предложили другой способ оценки интервала QT у пациентов с БЛНПГ. Способ заключается в коррекции интервала QT путем вычитания 50 % продолжительности QRS от измеренного интервала QT. Затем методом Bazett рассчитывали скорректированный QT [17, 18]. Авторы проводили измерения QT при электрокардиостимуляции верхушки и выходного тракта правого желудочка, получая ЭКГ, похожую на БЛНПГ. Однако, стимуляционный комплекс QRS из правого желудочка не является полным аналогом БЛНПГ ни по электрофизиологическим, ни по гемодинамическим проявлениям, поэтому, считаем, что данный способ коррекции QT требует проверки.

Таким образом, в настоящее время нет доказанной и признанной методики расчета скорректированного интервала QT при БЛНПГ. В связи с этим, мы провели исследование, целью которого стала разработка методики, позволяющей оценивать длительность скорректированного интервала QT у пациентов с БЛНПГ с наибольшей точностью.

Материал и методы

В ходе исследования был проведен анализ электрокардиограмм у 43 пациентов, среди которых 31 женщина в возрасте $73,7 \pm 9,9$ (M $\pm\sigma$) лет и 12 мужчин в возрасте $68,6 \pm 11,8$ (M $\pm\sigma$) лет. Пациенты включались в исследование при наличии у них записей ЭКГ до и после развития БЛНПГ. При этом частота сердечных сокращений (ЧСС)

на электрокардиограммах должна была входить в диапазон 50–90 уд/мин, а разница в ЧСС у пациента с БЛНПГ и без БЛНПГ была не более 10 уд/мин.

Из исследования исключались пациенты, у которых на ЭКГ без БЛНПГ невозможно было достоверно измерить интервал QT, а также с выраженными изменениями процессов реполяризации (отрицательные зубцы T, изменения сегмента ST) на ЭКГ без БЛНПГ, больные с перенесенным инфарктом миокарда в анамнезе, хронической почечной недостаточностью.

Пациенты не получали антиаритмическую терапию, влияющую на продолжительность интервала QT.

Продолжительность QRS и QT измеряли вручную в отведениях, где определялись самые длинные интервалы.

Исключение из исследования пациентов с выраженными нарушениями процессов реполяризации позволило нам не включать больных с ишемией миокарда и электролитными дисбалансом, так как в этих случаях может возникать интермиттирующее удлинение интервала QT.

Ограничение по ЧСС 50–90 в минуту было связано с тем, что при тахикардии и брадикардии использование метода Bazett расчета скорректированного QT невозможно, а нормативные значения этого параметра приняты только по данной формуле. Близкие значения ЧСС на ЭКГ с БЛНПГ и без БЛНПГ позволили нам снизить влияние ЧСС на продолжительность ПД и, таким образом, на интервал QT. Пациенты с перенесенным инфарктом миокарда также исключались из исследования, так как в этих случаях замедление проведения в миокарде было связано не только с БЛНПГ, но и с зоной рубцовых изменений.

В ходе исследования учитывались значения ЧСС, длительность интервалов R-R, Q-T, длительность комплекса QRS для каждой ЭКГ записи. Значения QT и QRS до развития БЛНПГ использовались в качестве референтных и обозначались в виде QT_r и QRS_r.

Корректированный интервал QT рассчитывали по формулам Bazett: $QT_{CB} = QT/\sqrt{RR}$ [11], Fridericia: $QT_{CF} = QT/\sqrt[3]{RR}$ [12] и Sagie: $QT_{CS} = QT + 0,154 \cdot (1 - RR)$ [13].

Мы предложили для компенсации удлинения QT за счет БЛНПГ вычесть из исходного значения QT при БЛНПГ (QT_b) разницу между QRS при БЛНПГ (QRS_b) и нормальным значением продолжительности QRS комплекса (QRS_N). Тогда формула расчета компенсированного (истинного) значения QT при БЛНПГ (QT_k) примет вид:

$$QT_k = QT_b - (QRS_b - QRS_N)$$

В качестве нормального значения комплекса QRS брались значения QRS_N = 100 мс; 95 мс; 90 мс; 85 мс; 80 мс.

Также мы рассчитали компенсированный интервал QT методом Harilaos Bogossian по следующей формуле:

$$QT_{kb} = QT_b - \frac{QRS_b}{2} [18].$$

Затем рассчитывался скорректированный QT (QT_c) с учетом компенсации на уширение QRS за счет БЛНПГ по формулам Bazett (QT_{cB}), Friderici (QT_{cF}) и Sagie (QT_{cS}).

Сравнили полученные значения скорректированного QT (QT_c), рассчитанные разными методами, со значениями QT_c при отсутствии БЛНПГ у этого же пациента (QT_{cr}).

Для оценки точности метода расчета нами был вычислен процент отклонения значений QT_c при широких и узких комплексах QRS по формуле (d %).

$$d\% = \frac{|QT_{cK} - QT_{cr}|}{QT_{cK}} \times 100\%$$

Статистический анализ проводился в программе Statistica 8. Данные представлены в виде среднего значения ± стандартное отклонение (M±σ). Выборка данных тестировалась на нормальное распределение с помощью теста Шапиро-Уилка. Для определения различий между группами использовался t-критерий Стьюдента. Различия считались значимыми в случае p < 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

Данные ЭКГ до и после развития БЛНПГ представлены в таблице 1.

По ЧСС до и после формирования блокады ЭКГ не отличались. По всем остальным параметрам выявлены достоверные различия. Как мы уже упоминали, введенные нами ограничения по ЧСС в отборе пациентов для исследования, были связаны с тем, что при ЧСС от 50 до 90 уд в мин. мы имели возможность использовать метод расчета QT_c по формуле Bazett, как наиболее часто используемый метод. При брадикардии и тахикардии данный метод дает некорректные результаты. Кроме того, мы ограничили разброс ритма у одного пациента при ЭКГ с узкими (QRS_r) и широкими (QRS_b) комплексами QRS, что также связано с тем, что ни одна формула расчета QT_c не является совершенной. Так как QT_c является скорректированным показателем по ЧСС и соответствует интервалу QT при ЧСС 60 уд. в мин., и в этом случае при корректном расчете QT_c этот показатель должен быть всегда одинаковым при любой ЧСС, а, в действительности, в норме он укорачивается при учащении сердечного ритма. Таким образом, уменьшение разброса ритма до 10 уд в мин. позволило нам нивелировать неточность расчета скорректированного QT, используя известные общепринятые методы.

Изучена корреляционная зависимость между интервалом QT_c, рассчитанным различными формулами на ЭКГ с БЛНПГ и без БЛНПГ. При использовании формулы Bazett коэффициент корреляции составил r = 0,7037, что свидетельствует о наличии сильной прямой связи между значениями скорректированных по Bazett интервалов QT_{cB} до развития блокады и скорректированных по Bazett интервалов QT_{cB} после развития БЛНПГ. При использовании формул Fridericia и Sagie коэффициенты корреляции составили 0,6612 и 0,6632,

Таблица 1
Показатели ЭКГ с БЛНПГ и без БЛНПГ

Показатели ЭКГ	Без БЛНПГ (M±σ)	БЛНПГ (M±σ)	p
RR, мс	847 ± 119,9	838 ± 104,1	0,484
ЧСС, уд/мин	72,2 ± 9,8	72,6 ± 8,5	0,689
QRS, мс	96,5 ± 8,8	151,3 ± 11,8	< 0,000
QT, мс	380 ± 23,8	425 ± 23,4	< 0,000
QT _{cB} , мс	415 ± 23,3	466 ± 25,8	< 0,000
QT _{cF} , мс	403 ± 19,4	452 ± 21,4	< 0,000
QT _{cS} , мс	404 ± 18,5	450 ± 19,9	< 0,001

Примечание: p – вероятность различия показателей, определённая парным критерием Стьюдента.

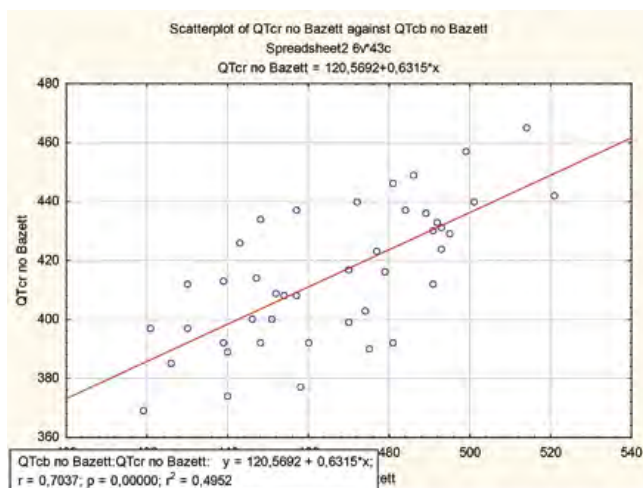


Рисунок 1. График линейной регрессии с скорректированными по Bazett интервалами $QT_{c,r}$ и $QT_{c,b}$, r – коэффициент корреляции; p – уровень значимости.

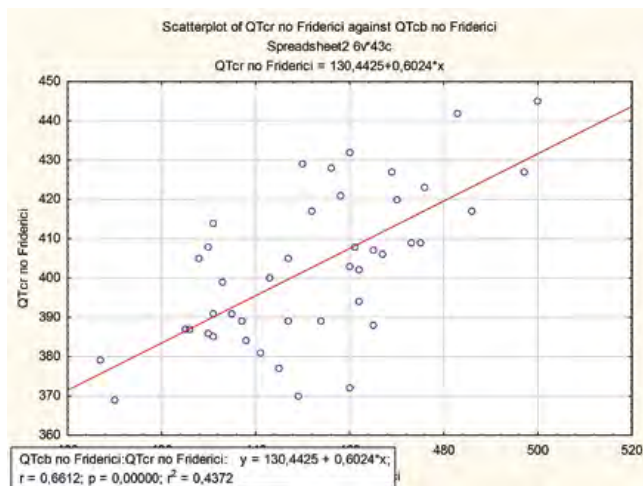


Рисунок 2. График линейной регрессии с скорректированными по Fridericia интервалами $QT_{c,r}$ и $QT_{c,b}$, r – коэффициент корреляции; p – уровень значимости.



Рисунок 3. График линейной регрессии с скорректированными по Sagie интервалами $QT_{c,r}$ и $QT_{c,b}$, r – коэффициент корреляции; p – уровень значимости.

соответственно.

Нами был проведен линейный регрессионный анализ, данные которого представлены на рисунках 1, 2, 3.

На рисунке 1 представлен график линейной регрессии

корректированного QT по Bazett до развития БЛНПГ ($QT_{c,r}$) от корректированного QT по Bazett при БЛНПГ ($QT_{c,b}$).

Получена формула расчета корректированного QT у пациентов с БЛНПГ по методу Bazett ($QT_{c,lin}$):

$$QT_{c,linB} = 120,5692 + 0,6315 \times QT_{cBb}$$

На рисунке 2 изображена модель линейной регрессионной зависимости корректированного по Fridericia QT до развития БЛНПГ ($QT_{c,r}$) от корректированного по Fridericia QT при БЛНПГ ($QT_{c,b}$).

По графику выведена линейная формула расчета корректированного QT у пациентов с БЛНПГ по методу Fridericia ($QT_{c,linF}$):

$$QT_{c,linF} = 130,4425 + 0,6024 \times QT_{cFb}$$

Также была построена линейная зависимость корректированного по Sagie QT до БЛНПГ ($QT_{c,r}$) от корректированного по Sagie QT при БЛНПГ ($QT_{c,b}$). Данные представлены на рисунке 3.

Получена линейная формула расчета корректированного QT для пациентов с БЛНПГ по методу Sagie ($QT_{c,linS}$):

$$QT_{c,linS} = 125,4726 + 0,6182 \times QT_{cSb}$$

Проведен анализ точности различных методов расчета QT при БЛНПГ по данным. Учитывая то, что за референтные значения мы принимали продолжительность QT при отсутствии БЛНПГ (QT_r), данный показатель характеризует ошибку метода расчета чем процент отклонения ниже, тем точность метода выше. Данные представлены в таблице 2.

В таблице 2 приведены значения процента отклонения QT_c , полученного разными методами, от интервала $QT_{c,r}$.

- d% 100 – процент отклонения $QT_{c,k}$ при QRS_N принятом за 100 мс;
- d% 95 – процент отклонения $QT_{c,k}$ при QRS_N принятом за 95 мс;
- d% 90 – процент отклонения $QT_{c,k}$ при QRS_N принятом за 90 мс;
- d% 85 – процент отклонения $QT_{c,k}$ при QRS_N принятом за 85 мс;
- d% 80 – процент отклонения $QT_{c,k}$ при QRS_N принятом за 80 мс;
- d% 1/2 – процент отклонения $QT_{c,ab}$, полученного при корректировании QT_{cb} методики Bogossian;
- d% lin – процент отклонения $QT_{c,lin}$.

Наименьшее значение d%, т.е. наибольшая точность, наблюдалась при использовании линейной формулы расчета $QT_{c,lin}$ у пациентов с БЛНПГ при любой формуле расчета корректированного QT Bazett, Fridericia, Sagie. Таким образом, наиболее точным является метод № 7.

К этому методу по точности приближается метод, основанный на вычитании из значения QT_b величины удлинения QRS от нормальных значений, принимая за нормальные значения QRS – 100 мс (метод № 1). Все остальные методы расчета $QT_{c,k}$ при БЛНПГ дают значительную ошибку. Наихудший вариант демонстрирует метод Bogossian (№ 6). Это связано с тем, что авторы данной методики использовали электрокардиостимуляцию правого желудочка для имитации БЛНПГ, при этом форма QRS будет по типу БЛНПГ с продолжительностью не менее 160 мс. В этих случаях компенсация QT в 80 мс (50 % от QRS) допустима, так как нормальная продолжительность QRS может составлять 80 мс, и авторы получили удовлетворительный результат. В нашем исследовании продолжительность QRS при БЛНПГ была от 124 мс до 181 мс, в среднем $151,3 \pm 11,8$

Таблица 2
Ошибка расчета QTc по различным методикам

Метод расчета QTc	1	2	3	4	5	6	7
	d% 100 M±σ в% Абс в%	d% 95 M±σ в% Абс в%	d% 90 M±σ в% Абс в%	d% 85 M±σ в% Абс в%	d% 80 M±σ в% Абс в%	d% ½ M±σ в% Абс в%	d% lin M±σ в% Абс в%
Bazett	3,3±2,6 0,03–9,3	4,7±4,03 0,03–14,8	5,6±4,4 0,7–16,5	6,5±4,9 0,03–18,3	7,6±5,5 0,14–20,2	8,59±5,1 0,06–20,8	3,15±2,4 0,08–
Fridericia	4,3±3,1 0,03–11,5	4,8±3,6 0,5–13,1	6±4,4 0,3–18,2	6,5±4,7 0,07–16,6	7,6±5,3 0,09–18,4	11,9±5,8 0,71–25,98	2,8±2,24 0–8,58
Sagie	3,9±3 0,04–10,2	21±4,3 12,1–30,5	18,2±4,6 8,5–28,1	9,7±4,8 0,5–20,3	7,8±4,8 0,7–19,5	10,9±5,4 0,09–23,6	2,65±2,1 0,14–7,56

мс. В случае ширины QRS при БЛНПГ менее 140 мс методика Bogossian показала наибольшую ошибку, так как понятно, что нормальная продолжительность QRS не может составлять 60–70 мс, а именно к этим значениям мы его приводим, вычитая 50% ширины QRS при БЛНПГ от абсолютных значений QT [18]. К этим же выводам пришли китайские исследователи Binhao Wang et al. (2017 г.), которые на 22 пациентах с интермиттирующей блокадой левой ножки пучка Гиса продемонстрировали, что при применении этой формулы расчетный QTc становится значительно короче исходного уровня [19].

Наши подходы к оценке QT при БЛНПГ иллюстрируются клиническим примером:

Пациентка Г., 65 лет.

Диагноз: Гипертоническая болезнь 1 стадии, контролируемая. Целевой уровень АД менее 130/80 мм рт. ст. Риск 2. Нарушение проводимости: БЛНПГ ХСН 0.

На рисунке 4 А – ЭКГ до развития БЛНПГ; Б – ЭКГ после формирования БЛНПГ.

На ЭКГ без блокады левой ножки п. Гиса: ЧСС=81 в мин, QRS= 88 мс, QT=370мс, QT_{сВ}=430мс, QT_{сF}=409 мс, QT_{сS}=410 мс.

На ЭКГ с БЛНПГ: ЧСС=73 в мин, QRS= 138 мс, QT=431 мс, QT_{сВ}=471 мс, QT_{сF}=457 мс, QT_{сS}=456 мс.

После проведения расчетов:

1. Метод линейной регрессии
QT_{ClinB} =420 мс, QT_{ClinF} =411 мс, QT_{ClinS} =408 мс
2. Метод компенсации QT на уширение QRS за счет БЛНПГ
QT_{кСВ} =432 мс, QT_{кF} =419 мс, QT_{кS} =420 мс.

Таким образом, расчеты по разработанным нами формулам дают очень близкие значения с параметрами QT до развития БЛНПГ, что говорит о высокой точности предложенных нами методов расчета скорректированного QT по формулам Bazett, Fridericia или Sagie, которые значительно выше, чем ранее предложенные методы другими авторами.

В связи с этим, рекомендуем использовать, предложенные нами методы расчета скорректированного QT у пациентов с БЛНПГ в медицинской практике, как при первичном осмотре пациентов, так и при динамическом наблюдении, особенно при проведении антиаритмической терапии, что позволит снизить риски развития у этой категории пациентов внезапной сердечной смерти.

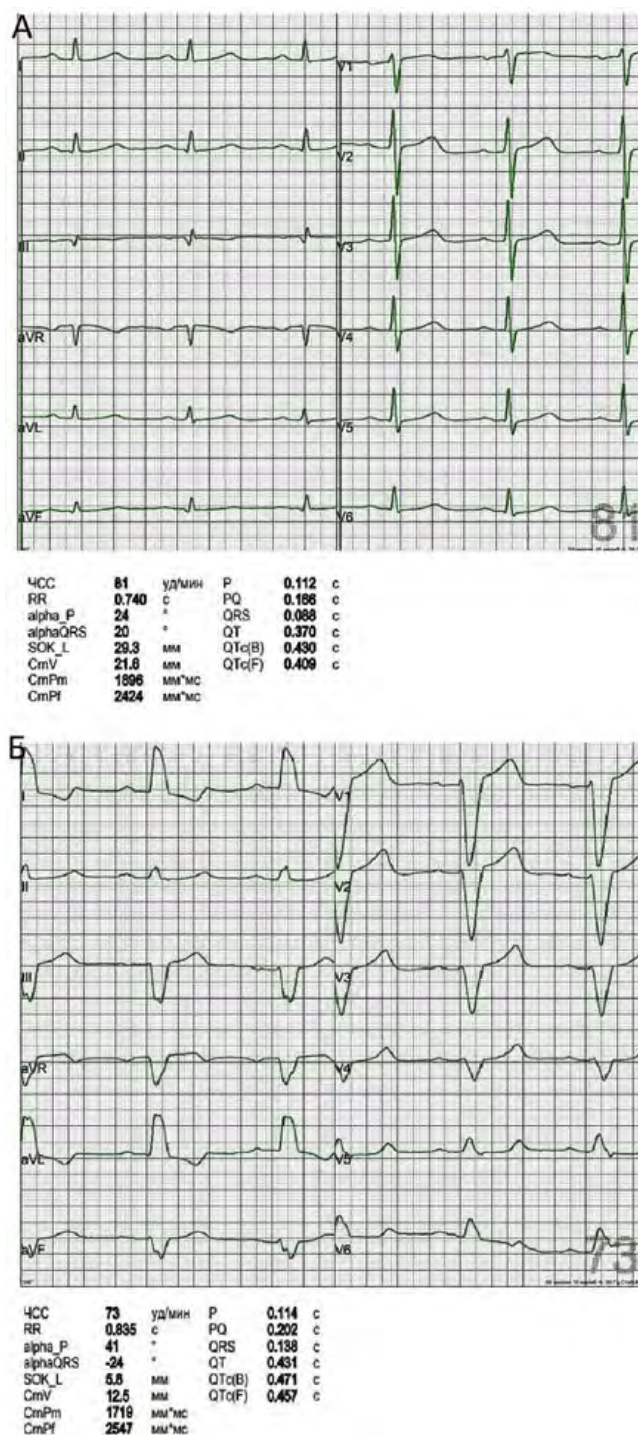


Рисунок 4. Электрокардиограммы пациентки до и после развития БЛНПГ.

Выводы

1. Среди рассматриваемых методов наибольшая точность была получена при использовании линейной формулы $QT_{c_{lin}}$. Высокая точность наблюдалась при любом способе коррекции QT по частоте сердечных сокращений – Bazett, Fridericia или Sagie.
2. При методике вычитания части комплекса QRSb сверх определенного значения из интервала QTb достаточную точность результатов компенсации увеличения продолжительности комплекса QRSb мы наблюдали только в том случае, когда за нормальное значение QRS_N принималось 100 мс. Компенсация уширения QRS при нормальном значении QRS, принятом меньше 100 мс, демонстрировала значительную ошибку.
3. При проверке методики Bogossian, использующей уменьшение продолжительности комплекса QRSb вдвое, наблюдались низкая точность и большая ошибка расчета скорректированного QT.

Заключение

У пациентов с БЛНПГ целесообразно использовать следующие методы расчета скорректированного QT:

1. Метод линейной регрессии
 $Bazett\ QT_{c_{linB}} = 120,5692 + 0,6315 \times QT_{c_{Bb}}$
 $Fridericia\ QT_{c_{linF}} = 130,4425 + 0,6024 \times QT_{c_{Fb}}$
 $Sagie\ QT_{c_{linS}} = 125,4726 + 0,6182 \times QT_{c_{Sb}}$
2. Метод компенсации QT на уширение QRS за счет БЛНПГ
 $QT_k = QT_b - (QRS_b - 100\text{ мс})$ с последующим расчетом значений QT_c по формулам Bazett, Fridericia, Sagie исходя из значений QT_k .

Список литературы / References

1. Francia P., Balla C., Paneni F., Volpe M. Left Bundle-Branch Block – Pathophysiology, Prognosis, and Clinical. *Clinical Cardiology*. 2007; (30): 110–115. <https://doi.org/10.1002/clc.20034>
2. Zannad F., Huvelle E., Dickstein K. et al. Left bundle branch block as a risk factor for progression to heart failure // *Eur J Heart Failure* 2007; 9:7–14.
3. Янушкевичус З.И., Бредикис Ю.Ю., Лукошечичута А.И., Зебела П.В. Нарушения ритма и проводимости сердца. Москва: Медицина. 1984: 288 с.
 Yanushkevichus Z.I., Bredikis Yu. Yu., Lukoshevichuta A.I., Zebela P.V. Rhythm and conduction disorders of the heart. Moscow: Medicine. 1984: 288 p.
4. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии – 9-е изд., испр. Москва: ООО «Медицинское информационное агентство». 2017: 560 с.
 Orlov V.N. Guide to electrocardiography – 9th ed., Rev. Moscow: OOO Medical Information Agency. 2017: 560 p.

Сведения об авторах

Терегулов Юрий Эмильевич^{1,2,4}, д.м.н., доцент, зав. кафедрой функциональной диагностики¹. E-mail: tereg2@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9120-142X

Ацель Евгения Александровна¹, д.м.н., доцент, профессор кафедры терапии, гериатрии и семейной медицины¹. E-mail: atzel@mail.ru

Салымова Лилия Фидановна¹, ассистент кафедры функциональной диагностики¹. E-mail: lilias.salyamova@mail.ru

Чувашаева Фаридат Рамзиевна^{1,4}, ассистент кафедры функциональной диагностики. E-mail: faridaram@mail.ru

Терегулов Андрей Юрьевич^{3,4}, к.м.н., доцент кафедры хирургических болезней постдипломного образования института фундаментальной медицины и биологии³. E-mail: tereg@yandex.ru

Милютина Ирина Игоревна¹, ординатор кафедры функциональной диагностики¹. E-mail: miljutina_irina@mail.ru

¹Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань

²Казанский государственный медицинский университет, г. Казань

³Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

⁴Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница» Министерства здравоохранения Республики Татарстан, г. Казань

Автор для переписки: Терегулов Юрий Эмильевич. E-mail: tereg2@mail.ru

Для цитирования: Терегулов Ю.Э., Ацель Е.А., Салымова Л.Ф., Чувашаева Ф.Р., Терегулов А.Ю., Милютина И.И. Разработка методов оценки интервала QT при блокаде левой ножки пучка Гиса. *Медицинский алфавит*. 2022; (10): 13–18. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-13-18>.

5. Silvia P.G., Blomström-Lundqvist C., Mazzanti A., Bloma N., Borggreffe M., Camm J., Elliott P.M., Fitzsimons D., Hatala R., Hindricks G., Kirchhof P., Kjeldsen S., Kuck K.-H., Hernandez A., Nikolaou N., Norekvi T.M., Spaulding C., Van Veldhuisen D.J. ESC guidelines for the treatment of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death 2015. *Russian Journal of Cardiology*. 2016; (7 (135)): 82. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2016-7-5-86>
6. Wilson F.N., Kossman C.E., Burch G., Goldberger E., Graybiel A., Hecht H., Johnston F., Lepeschkin E., Myers G.B. Recommendations for Standardization of Electrocardiographic and Vectorcardiographic Leads. *Circulation*. 1954; (10): 364–373. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.10.4.564>
7. Nielsen J.B. Risk prediction of cardiovascular death based on the QTc interval: evaluating age and gender differences in a large primary care population. *European Heart Journal*. 2014; (35): 1335–1344. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu081>
8. Gaita F., Giustetto C., Bianchi F., Wolpert C., Schimpf R., Riccardi R., Grossi S., Richiardi E., Borggreffe M. Short QT Syndrome: a familial cause of sudden death. *Circulation*. 2003; (108): 965–970. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000085071.28695.C4>
9. Гарипова А.Ф., Ослопов В.Н., Сайфутдинов Р.Г., Терегулов Ю.Э. и др. Долгий QT в практике кардиолога и эндокринолога: монография. Под редакцией проф. В.Н. Ослопова. Казань: ИД «МедДок». 2016: 260 с.
 Garipova A.F., Osolopov V.N., Saifutdinov R.G., Teregulov Yu.E. Long QT in the practice of a cardiologist and endocrinologist: a monograph. Under the editorship of prof. V.N. Osolopov. Kazan: MedDoc publishing house. 2016: 260 p.
10. Isbister G.K., Page C.B. Drug induced QT prolongation: the measurement and assessment of the QT interval in clinical practice. *British journal of clinical pharmacology*. 2013; (76): 48–57. <https://doi.org/10.1111/bcp.12040>
11. Bazett H.C. An analysis of the time-relations of electrocardiograms. *Heart*. 1920; (7): 353–370. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.1997.tb00325.x>
12. Fridericia L.S. The duration of systole in the electrocardiogram of normal subjects and of patients with heart disease. *Acta Medica Scandinavica*. 1920; (53): 469–486. <https://doi.org/10.1046/j.1542-474X.2003.08413.x>
13. Sagie A., Larson M.G., Goldberg R.J., Bengtson J.R., Levy D. An improved method for adjusting the QT interval for heart rate (the Framingham Heart Study). *The American journal of cardiology*. 1992; (70 (7)): 797–801. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(92\)90562-D](https://doi.org/10.1016/0002-9149(92)90562-D)
14. Терегулов Ю.Э., Салымова Л.Ф., Гизатуллина А.Ф., Максумова Н.В. Оценка интервала QT при проведении пробы с физической нагрузкой. *Практическая медицина*. 2018; (1(112)): 30–36.
 Teregulov Yu.E., Salyamova L.F., Gizatullina A.F., Maksumova N.V. Assessment of the QT interval during the exercise test. *Practical medicine*. 2018; (1(112)): 30–36.
15. Rautaharju P.M., Zhang Z.M. Linearly scaled, rate-invariant normal limits for QT interval: eight decades of incorrect application of power functions // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* – 2002. – Vol. 13. – P. 1211–1218.
16. Rautaharju P.M., Zhang Z.M., Prineas R., Heiss G. Assessment of prolonged QT and JT intervals in ventricular conduction defects. *The American Journal of Cardiology*. 2004; (93): 1017–1021. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2003.12.055>
17. Bogossian H., Frommeyer G., Ninios I., Hasan F., Nguyen O.S., Karasene Z., Mijic D., Kloppe A., Suleiman H., Bandorski D., Seyfarth M., Lemke B., Eckardt L., Zarse M. New formula for evaluation of the QT interval in patients with left bundle branch block. *Heart Rhythm*. 2014; (11(12)): 2273–2277. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2014.08.026>
18. Bogossian H., Frommeyer G., Ninios I., Pechlivandou E., Hasan F., Nguyen Q.S., Mijic D., Kloppe A., Karasene Z., Margarian A., Bandorski D., Schultes D., Erkapic D., Seyfarth M., Lemke B., Eckardt L., Zarse M. A new experimentally validated formula to calculate the QT interval in the presence of left bundle branch block holds true in the clinical setting. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. 2017; (22 (2)): e12393. <https://doi.org/10.1111/ane.12393>
19. Wang B., Zhang L., Xia Y. "Cutting off half of QRS duration can cause overcorrection of QT interval in left bundle branch block." *Annals of noninvasive electrocardiology: the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc* vol. 22,4 (2017): e12458. doi:10.1111/ane.12458

Статья поступила / Received 10.04.2022

Получена после рецензирования / Revised 13.04.2022

Принята к публикации / Accepted 14.04.2022

About authors

Teregulov Yuri E.^{1,2,4}, DM Sci (habil.), associate professor, Head of Dept of Functional Diagnostics¹. E-mail: tereg2@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9120-142X

Atsel Evgenia A., DM Sci (habil.), associate professor, professor at Dept of Therapy, Geriatrics and Family Medicine¹. E-mail: atzel@mail.ru

Salyamova Liliya F., assistant at Dept of Functional Diagnostics¹. E-mail: lilias.salyamova@mail.ru

Chuvashayeva Farida R.^{1,4}, assistant at Dept of Functional Diagnostics. E-mail: faridaram@mail.ru

Teregulov Andrey Yu.^{3,4}, PhD Med, associate professor at Dept of Surgical Diseases of Postgraduate Education, Institute of Fundamental Medicine and Biology³. E-mail: tereg@yandex.ru

Milyutina Irina I., resident at Dept of Functional Diagnostics¹. E-mail: miljutina_irina@mail.ru

¹Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

²Kazan State Medical University, Kazan, Russia

³Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

⁴Republican Clinical Hospital, Kazan, Russia

Corresponding author: Teregulov Yuri E. E-mail: tereg2@mail.ru

For citation: Teregulov Yu. E., Atsel E.A., Salyamova L.F., Chuvashayeva F.R., Teregulov A. Yu., Milyutina I.I. Development of QT interval evaluation methods in the presence of left bundle branch block. *Medical alphabet*. 2022; (10):13–18. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-13-18>.



Согласование врачебных описаний электрокардиограммы с применением тезауруса (списка типовых фраз) заключений

Д. В. Дроздов¹, Д. В. Шутов², Т. М. Газашвили³, Н. А. Полянская⁴, М. Ю. Жук⁵

¹ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт» («МФТИ»), Москва

²ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» («НПКЦ ДиТ ДЗМ»), Москва

³ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница им. Л. А. Ворохобова Департамента здравоохранения города Москвы» («ГКБ им. Л. А. Ворохобова ДЗМ»), Москва

⁴ФГБУЗ «Сибирский окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства» (СОМЦ ФМБА России), Новосибирск

⁵ГБУ города Москвы «Станция скорой и неотложной медицинской помощи им. А. С. Пучкова» Департамента здравоохранения города Москвы

РЕЗЮМЕ

Разработан тезаурус (логически упорядоченный список) утверждений для врачебного описания ЭКГ. С помощью этого тезауруса и веб-интерфейса 3 врачами независимо были описаны (проаннотированы) 549 ЭКГ из базы данных PTB Diagnostic ECG Database. Полученные описания совпали не полностью (при попарном сравнении аннотаций доля совпадений от 3 до 100% по разным группам заключений). Затем было произведено согласование полученных аннотаций, для чего была разработана специальная процедура с участием модераторов (врачей высокой квалификации) и с использованием видеоконференций. Описания ЭКГ размещены в открытом доступе и могут быть использованы как для целей контроля знаний, так и для проверки точности работы алгоритмов автоматического анализа ЭКГ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭКГ, аннотирование, тезаурус, автоматический анализ ЭКГ, синдромальные ЭКГ заключения

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности. Авторы благодарят руководство и сотрудников ООО «МКС» (Москва) за оказанную поддержку при выполнении работы. Авторы выражают благодарность сотрудникам Лаборатории ЭКГ Отдела новых методов диагностики ФГБУ «НМИЦ им. академика Е. И. Чазова» Т. А. Сахновой, Е. В. Блиновой, А. В. Соболеву за обсуждение рукописи и ряд ценных соображений, высказанных ими в процессе обсуждения.

Agreement process of ECG annotations using thesaurus (list of typical phrases) of ECG conclusions

D. V. Drozdov, D. V. Shutov, T. M. Gazashvili, N. A. Polyanskaya, M. Yu. Zhuk

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

²Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Department of Healthcare of the City of Moscow, Moscow, Russia

³L.A. Vorokhobov City Clinical Hospital of the Department of Healthcare of the City of Moscow, Moscow, Russia

⁴Siberian District Medical Centre Of Federal Medical-Biological Agency, Novosibirsk, Russia

⁵A.S. Puchkov Ambulance and Emergency Medical Care Station, Moscow, Russia

SUMMARY

A thesaurus (logically ordered list) of statements for the ECG annotation has been developed. 549 ECGs from the PTB Diagnostic ECG Database were independently annotated by 3 clinicians using this thesaurus and web interface. The resulting independent annotations did not match (the proportion of matches was from 3 to 100% for different groups of conclusions in pairwise comparison of annotators). The annotations were agreed, for which a special procedure was developed. The procedure includes participation of moderators (highly qualified physicians) and using videoconferencing. Annotations are published in the public domain and can be used both for the purposes of knowledge control and for testing the accuracy of the automatic ECG analysis algorithms and software.

KEY WORDS: ECG, annotations, thesaurus, automatic ECG analysis, syndromic ECG annotations

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Gratitude. The authors would like to thank the management and staff of ООО MKS (Moscow) for their support during the work.

The authors express their gratitude to the staff of the ECG Laboratory of the Department of New Diagnostic Methods of 'National Medical Research Center for Cardiology named after academician E. I. Chazov' T. A. Sakhnova, E. V. Blinova, A. V. Sobolev for discussion of the manuscript and a number of valuable considerations expressed by them during the discussion.

Известно, что врачебные описания (аннотации) одних и тех же ЭКГ могут различаться. Вместе с тем есть потребность в согласованных врачебных описаниях ЭКГ, которые необходимы как для контроля знаний в области интерпретации ЭКГ медицинским персоналом, так и для проверки точности работы диагностических алгоритмов (ДА). Стандарт [1] устанавливает требования к ЭКГ базе данных, используемой для проверки точности работы ДА, однако не содержит требований и описания процедуры получения аннотированных ЭКГ, в том числе и при различиях в мнениях врачей. Поэтому актуальна задача выработки механизмов согласования врачебных описаний ЭКГ, выполненных разными специалистами.

Цель настоящей работы – разработка процесса согласования аннотаций ЭКГ, выполненных разными врачами, с использованием веб-интерфейса с единообразным представлением цифровых ЭКГ, разработанного тезауруса ЭКГ заключений и видеоконференций.

Материал и методы

Для выработки процедуры сравнения и согласования врачебных описаний (аннотаций) была выбрана база данных PTB Diagnostic ECG Database [2, 3, 4, 5], содержащая 549 ЭКГ, зарегистрированных у 290 субъектов. База данных была создана Национальным институтом метрологии Германии и находится в свободном доступе. Имеется клиническая информация о состоянии пациентов (клинический диагноз, табл. 1), однако в базе данных нет врачебных интерпретаций (описаний) ЭКГ.

Каждая ЭКГ в базе представлена в 12 общепринятых и 3 ортогональных отведениях. Продолжительность записей от 32 до 120 с (в среднем 109 с). Параметры дискретизации сигналов: частота выборок 1000 Гц, синхронный съем информации, младший значимый разряд 0,5 мкВ, 16 бит на отсчет. Полоса пропускания – от 0 до 1 кГц, напряжение шумов (максимальный размах) – не более 10 мкВ. В целом, параметры дискретизации сигнала полностью соответствуют или превышают современные требования к цифровым ЭКГ.

Таблица 1
Распределение субъектов и ЭКГ по диагнозам в базе PTB

Диагноз	Число пациентов	Число ЭКГ
Инфаркт миокарда	148	Передняя локализация 172 Нижняя локализация 155 Обе одновременно 19 Без уточнения 22
Кардиомиопатия, сердечная недостаточность	18	20
Блокады ножек пучка Гиса	15	17
Аритмии	14	17
Гипертрофия миокарда	7	7
Клапанные пороки сердца	6	6
Миокардит	4	4
Прочее	4	5
Здоровые добровольцы	52	80
Клинический диагноз не известен	22	27
Всего	290	549

Для врачебного аннотирования были взяты первые 15 с каждой из 549 ЭКГ в 12 отведениях. Ортогональные отведения, имевшиеся в записи, не использовались. Выбор продолжительности записи 15 с определяется тем, что стандартом [1] установлена минимальная продолжительность записи 8 с, а большинстве известных коммерческих ДА она равна 10 с. Мы приняли 15 с как компромисс, обусловленный требованиями стандарта, сложившейся практикой применения ДА и снижения вероятности существенного изменения ЭКГ на протяжении аннотированного фрагмента ЭКГ.

Аннотирование осуществлялось независимо 3 врачами, имеющими необходимые сертификаты для медицинской практики в России по кардиологии или функциональной диагностике (ФД) и опытом работы с ЭКГ в течение не менее 5 лет и регулярно повышавшими свою квалификацию.

Для аннотирования ЭКГ в равных условиях для всех участников был использован веб-интерфейс [6], в котором отображались ЭКГ и была возможность выбрать типовые ЭКГ заключения из разработанного нами тезауруса, а также ввести дополнительные комментарии к ЭКГ в свободное текстовое поле.

Для описания ЭКГ использовался специализированный тезаурус (структурированный словарь) ЭКГ терминов, разработанный нами. В основу тезауруса положены известные Рекомендации по стандартизации интерпретации ЭКГ [7], являющиеся консенсусом экспертов в области клинической оценки ЭКГ авторитетных кардиологических обществ.

Заключения по анализу ритма сердца и его нарушениям не претерпели каких-либо существенных изменений по сравнению с рекомендациями [7]. Заключения по т.н. контурному анализу ЭКГ пришлось незначительно отредактировать и перегруппировать с учетом результатов изучения списков заключений в коммерческих ДА ЭКГ.

В итоге наш тезаурус содержит около 200 отдельных диагностических заключений, как по анализу ритма и его нарушениям, так и по особенностям контура ЭКГ (гипертрофия желудочков, инфаркты, блокада ножек пучка Гиса и т.п.), распределенных по 24 группам заключений. Тезаурус доступен для скачивания на сайте [6] и приведен в приложении 1.

Веб-интерфейс ECG.RU после авторизации пользователя и выбора им необходимой ЭКГ выводит на экран браузера ЭКГ. ЭКГ выводится с привычными для врачей параметрами представления: 10 мм/мВ и скоростью 25 или 50 мм/с. Имеются средства увеличения масштаба рисунка и «линейка» для измерения интервалов времени и смещения элементов ЭКГ. В правой части выводится тезаурус, из которого работающий с ЭКГ врач должен составить свое заключение по ЭКГ. В тезаурусе имеется поисковый механизм (рис. 1).

Общая схема проведения работы представлена на рисунке 2.

На первом этапе работы 3 квалифицированных врача независимо друг от друга с использованием тезауруса описали все 549 ЭКГ. Эта работа проводилась без использования клинических данных, которые содержатся

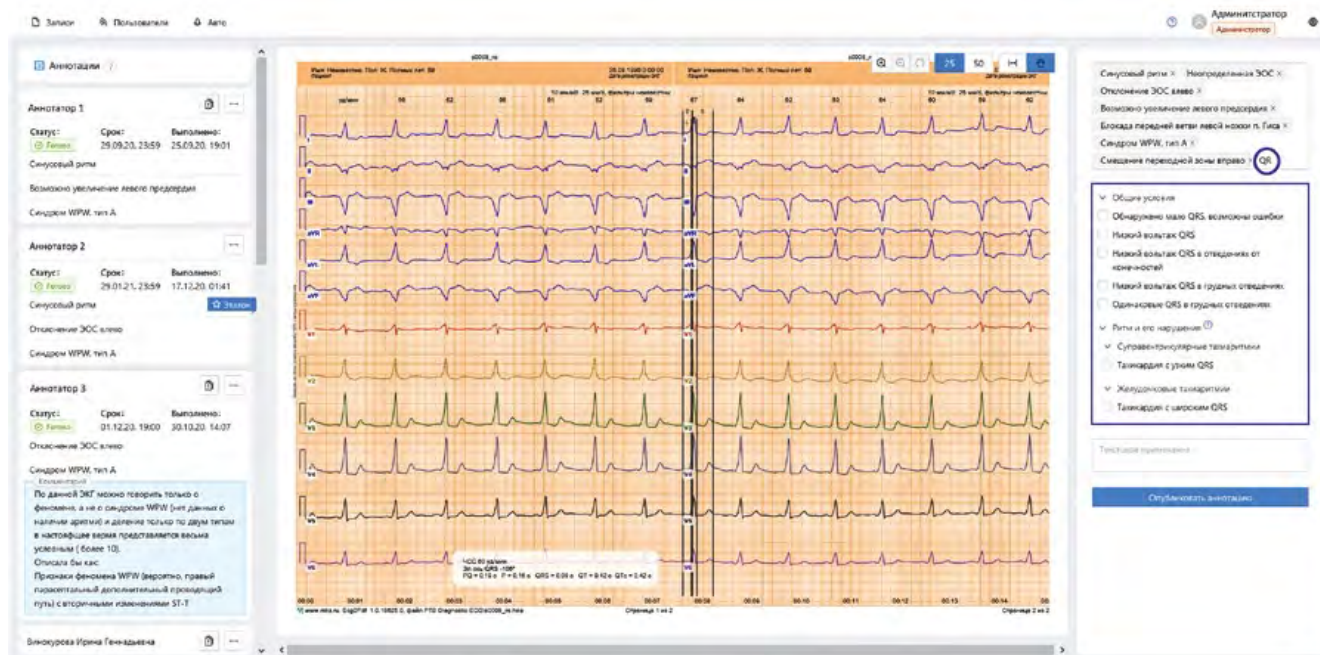


Рисунок 1. Внешний вид веб-инструмента для описания (аннотирования) ЭКГ erg.ru [7]
Синим кружком выделен вход в текстовый поиск в тезаурусе заключений (показан поиск по строке "QR"), в синем прямоугольнике – фразы тезауруса, отвечающие введенному поисковому критерию: в каждом из фраз есть фрагмент QRS.

в заголовочных файлах базы данных ЭКГ [5]. Во время работы с ЭКГ врачи не имели доступа к другим заключениям. Сделанные ими описания (аннотации) ЭКГ были сохранены в веб-интерфейсе.

На втором этапе, по завершению описания (аннотирования) всех ЭКГ врачами, аннотации были открыты модераторам. Модератор в данном контексте – высококвалифицированный в области работы с ЭКГ врач, в задачу которого входило согласование мнений аннотирующих ЭКГ коллег и формирование непротиворечивого и полного описания (аннотации) ЭКГ.

На третьем этапе, в случаях, когда модератор не мог самостоятельно «свести» мнения коллег, проводилось коллегиальное обсуждение с использованием видеоконференции.

Результаты

В работе приняли участие врачи (функционалисты и кардиологи) с практическим стажем интерпретации ЭКГ от 10 лет и действующими сертификатами специалиста по ФД и/или кардиологии. Один из врачей в течение нескольких лет руководит отделением ФД крупной многопрофильной больницы, все имеют опыт телемедицинского консультирования ЭКГ. Один специалист работает

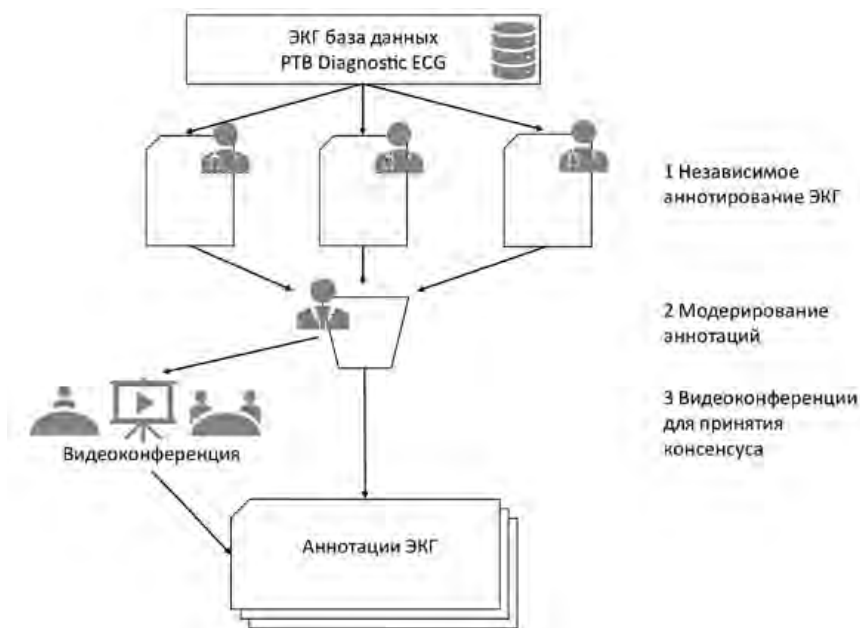


Рисунок 2. Схема получения и согласования аннотаций.

врачом дистанционного консультативного кардиологического поста станции скорой помощи. Они провели первичное описание всех ЭКГ. Таким образом, квалификация врачей, сделавших исходные аннотации ЭКГ, сомнений не вызывает.

Результаты попарного сравнения первичных аннотаций между врачами представлены в табл. 2. Под первичной аннотацией понимался набор выбранных каждым врачом фраз тезауруса, характеризующий в совокупности по мнению врача описываемую ЭКГ. Результаты показывают, что по всем группам ЭКГ заключений нет полного соответствия мнений врачей, аннотирующих ЭКГ. Наибольшие совпадения отмечены в группах (названия групп выделены курсивом) *базовый ритм ЭКГ* и *единичные нарушения ритма*. Наибольшие расхождения наблюдались в группах *инфаркт миокарда* (от 1 до 13 % совпадений), *укорочение PQ* (нет совпадений), *гипертрофия предсердий и желудочков* (от 0 до 10 % совпадений).

Таблица 2
Соответствие заключений в парах врачей, доля совпавших заключений, в процентах

Группа ЭКГ заключений	Пары врачей		
	Вр1-Вр2	Вр1-Вр3	Вр2-Вр3
Общая оценка записи	13	60	11
Базовый ритм ЭКГ	65	72	64
Нарушения ритма и проводимости	48	51	45
AV блокада	27	40	33
Стимулированный ритм	80	100	100
Укорочение PQ	0	0	0
Гипертрофия предсердий	3	5	0
Гипертрофия желудочков	10	2	9
Блокады ножек п. Гиса и др. нарушения проводимости	20	31	41
WPW	83	25	20
Удлинение QT	7	0	33
Инфаркт миокарда передней локализации	1	5	7
Инфаркт миокарда задней локализации	13	11	10
Изменения сегмента ST	15	5	4
Изменения зубца Т	14	10	10
В целом по всем группам заключений	27	31	32

На первом этапе согласования (модерирования) аннотаций врач-модератор самостоятельно смог принять решение по аннотациям 510 отдельных ЭКГ. Это были случаи непринципиальных расхождений между аннотациями, и опытный врач мог самостоятельно выбрать те формулировки, которые наиболее точно относятся к анализируемой ЭКГ. Примером может быть определение локализации ЭКГ признаков инфаркта миокарда (ИМ). Например, два врача указали «передний», а один – «передне-перегородочный» ИМ. В экспертное заключения в таком случае указывалась характеристика локализации ИМ с учетом выраженности изменений во всех отведениях, которые характеризуют максимально широкую область поражения. В приведенном примере, при подтверждении изменений в отведениях с V_1 по V_4 в экспертное заключение вносился «передне-перегородочный», а при отсутствии изменений, превышающих общепринятые пороги, в V_1 и V_2 – только «передний».

Оставшиеся 39 ЭКГ потребовали коллегиального анализа врачами-экспертами (модераторами) с целью устранения разногласий между первичными аннотациями ЭКГ и создания «эталонных» аннотаций, которые отражают коллегиальное экспертное заключение. Для обсуждения использовалась видеоконференция, на которых были согласованы заключения 31 ЭКГ.

Оставшиеся 8 ЭКГ потребовали обсуждения в полном составе модераторов и врачей, аннотировавших ЭКГ, для



Рисунок 3. ЭКГ s0425_re, с неоднозначной трактовкой заключения.

чего были проведены 2 видеоконференции. Описание 7 ЭКГ были согласованы с формированием экспертного заключения, отражающего консенсус мнений участников.

По одной ЭКГ (s0425_ге, пациент 204 в базе данных [4], представлена на *рисунке 3*) мнения экспертов относительно характера ритма и нарушений проводимости разошлись, и достигнуть консенсуса не удалось. Были привлечены к обсуждению сторонние консультанты, однако и это не привело к консенсусу. В результате было принято решение создать эталонную аннотацию со следующим текстовым примечанием:

«Эксперты не достигли консенсуса по этой ЭКГ. Рассматриваются 2 варианта:

- *синусовая брадикардия + синдром предвозбуждения желудочков (возможно, WPW); или*
- *суправентрикулярный ритм с двухпучковой блокадой.*

Поскольку диагностическая и лечебная тактика не будет зависеть от выбора одного из вариантов, решено оставить оба набора заключений.»

Данное решение является консенсусом всех принимавших участие в обсуждении экспертов. Необходимо подчеркнуть, что интерпретация данной ЭКГ вызывает дискуссию, которая выходит за рамки настоящей публикации, см. обсуждение ниже.

Всего для согласования эталонных аннотаций 39 ЭКГ потребовалось 4 консультации общей продолжительностью около 5 часов.

Обсуждение результатов

Точность врачебной интерпретации ЭКГ является предметом обсуждения в течение десятков лет. Очевидно, фокус делается на оценке качества медицинского образования в контексте полноты и точности описания ЭКГ, однако в литературе можно найти сведения о точности описания ЭКГ практикующими врачами, включая специалистов-кардиологов.

Вероятно, исторически первое упоминание на русском языке о различиях в трактовке ЭКГ изменений врачами сделано в 1974 г [8]. Результаты описаний 561 ЭКГ 2 группами кардиологов в случае отклонений ЭКГ от нормы совпали в 42 % случаев (при доле несовпадений 31 %), а в случае нормальных ЭКГ совпадение описаний наблюдалось лишь в 18 % ЭКГ (при доле несовпадений 9 %) (данные округлены). Также указывается, что при повторном описании одних и тех же ЭКГ одним врачом «более чем в 30 % случаев ему трудно согласовать свои же собственные диагнозы». Приведенные данные относятся к «университетским электрокардиографистам высокой квалификации» (цитата из [8]).

Вероятно, наиболее полным и современным является мета-анализ [9] точности врачебных описаний ЭКГ, опубликованный в 2020 г. Из популярных библиографических баз данных (PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane CENTRAL, PsycINFO, CINAHL, ERIC и Web of Science) авторами работы в феврале 2020 г первоначально были отобраны 1138 журнальных статей, после 3-ступенчатого отбора в основную часть анализа были включены 78. В отобранных статьях были достаточные сведения для

оценки точности интерпретации ЭКГ врачами или обучающимися (студенты, начинающие практику врачи). Медиана точности врачебного описания ЭКГ по всем исследованиям составила 54 % (межквартильный размах 40–66 %, минимум 4 %, максимум 95 %). Закономерно, что более высокий уровень подготовки специалистов приводит к повышению точности описания ЭКГ, как в целом, так в выявлении отдельных видов ЭКГ нарушений, но не достигая при этом даже уровня 75 %. При этом использовались различные метрики оценки согласованности ЭКГ заключений между специалистами, а также способы формирования и сравнения заключений. Отмечается, что использование тезаурусов для описаний ЭКГ упрощает сравнение аннотаций.

Наши данные в целом сходятся с включенными в метаанализ [9].

Отдельного обсуждения требует процесс формирования консенсуса мнений экспертов.

При формировании известной базы ЭКГ MIT-BIH [10] в конце 1970х гг, был применен подход, при котором половина ЭКГ были отобраны в базу случайным образом, а половина – подобрана и аннотирована посредством консенсуса мнений 3 кардиологов. Консенсус вырабатывался в 2 раунда после предварительной автоматической разметки QRS-комплексов. Вероятно, это – первое описание процесса создания экспертного заключения по ЭКГ, результаты которого находят практическое применение и в настоящее время.

Существенно более сложный механизм выработки консенсуса описан в [11] при повторном, более точном аннотировании известной ЭКГ базы данных CSE [12]. Процесс выработки консенсуса, описанный в [11] состоит из 4 раундов согласований врачебных заключений. Такой подход весьма трудоемок, несмотря на то что отбор записей на каждый раунд формирования консенсуса может быть автоматизирован. По-видимому, авторы не применяли дистанционных средств работы и процесс согласования позиций либо занимал много времени, либо требовал личных встреч аннотировавших ЭКГ врачей.

Апробированный нами процесс согласования описаний ЭКГ, сделанных тремя врачами независимо, предполагает участие в работе по согласованию аннотаций модератора – врача высокой квалификации, который оценивает и логически согласовывает сделанные заключения. Как показал наш опыт, в большинстве случаев опыта и квалификации единственного врача-модератора достаточно, чтобы сформировать согласованную аннотацию ЭКГ, особенно по тем записям, которые не представляют больших сложностей для описания. Во многих случаях для формирования консенсуса особую ценность представляли комментарии, сделанные одним из описывавших ЭКГ врачей.

Использование видеоконференций и веб-интерфейса для согласования аннотаций позволяло заметно сократить время выполнения работы, особенно с учетом загрузки участников и географической разобщенности (разница во времени участников работы 4 часа). С учетом возможностей конкретного веб-интерфейса принципиально возможно использовать аудио-конференцию, что в ряде случаев может оказаться удобнее и проще в организации.

Особенностью использованного веб-интерфейса является возможность оставить текстовые примечания каждым врачом, аннотировавшим ЭКГ. Эти примечания оказали существенную помощь модераторам при проведении анализа заключений врачей и формирования согласованного экспертного заключения.

По нашим наблюдениям среди «нетривиальных» ЭКГ приблизительно пятая часть требует, кроме выбора фраз из тезауруса, дополнительного текстового описания для формулирования альтернативных вариантов описания ЭКГ. Характерным примером служит ЭКГ, по которой не было сформулировано экспертное заключение. Уже при подготовке рукописи к изданию и обсуждении ее с рядом коллег были высказаны дополнительные соображения об источнике и причинах нарушений сердечного ритма и проводимости. Характерно, что все высказанные мнения носят вероятностный характер и в целом не изменяют оценки тяжести состояния пациента с использованием лишь ЭКГ (клинические данные не рассматриваются по условиям настоящей работы).

Следует акцентировать внимание, что использованный нами тезаурус, хотя и основывается на хорошо сбалансированном консенсусе квалифицированных экспертов [7], очевидно не является единственно возможным. Использованный нами – достаточно хорошо соответствовал поставленной цели: разработке процедуры согласования врачебных заключений по ЭКГ в условиях современных средств коммуникации. Одним из направлений дальнейших исследований может стать совершенствование как структуры, так и отдельных формулировок тезауруса ЭКГ заключений, однако это направление в рамках настоящей работы не рассматривалось.

Первоначально в тезаурусе для части утверждений использовались 3 степени уверенности (в порядке возрастания): нельзя исключить, вероятно, точно (последнее – без явного на то указания). Это было сделано аналогично [7] и по образцу ряда коммерческих программ автоматического анализа ЭКГ. Однако в практической работе врачи испытывали сложности в различении градаций «нельзя исключить» и «вероятно». В результате мы остановились на единственной формулировке «вероятно», когда полной уверенности в наличии изменений нет. Именно в таком варианте – с 2 градациями уверенности «вероятно» и «точно» – использованный нами тезаурус приведен в приложении.

При проведении сравнения результатов работы автоматических диагностических алгоритмов и врачебных аннотаций с экспертными заключениями проводят укрупнение диагностических категорий, когда группа утверждений тезауруса объединяется и рассматривается как единое целое. Такой подход используется, например, в [13, 11, 14, 15]. Например, все ЭКГ признаки инфарктов миокарда рассматриваются в рамках двух категорий «передних» и «задних (нижних)». В нашей работе мы не использовали этот подход для сравнения первичных врачебных аннотаций, несмотря на заложенную в структуру нашего тезауруса такую возможность.

Заключение

Создан, опробован и описан процесс согласования аннотаций ЭКГ, выполненных разными врачами, с использованием веб-интерфейса, разработанного тезауруса ЭКГ заключений и видеоконференций.

В результате работы созданы врачебные описания (аннотации) ЭКГ из общедоступной базы данных ЭКГ PTB Diagnostic Database [4]. Эти аннотации опубликованы в открытом доступе на сайте eeg.ru [6]. Они могут использоваться как для тестирования знаний по описанию ЭКГ, так и для тестирования программ и алгоритмов автоматического анализа ЭКГ. Таким образом повышена ценность ранее опубликованной базы данных.

Применительно к описанию ЭКГ, вероятно, любой тезаурус должен быть дополнен возможностью свободного текстового описания тех заключений врача, которые не могут однозначно трактоваться в пределах фраз тезауруса и логики его построения. Автоматический анализ и сравнение таких описаний является нетривиальной задачей. Однако описание в свободной форме и формулировка диктуется клинической потребностью, особенно в случаях нетривиальных нарушений ЭКГ.

Требуется стандартизация оценок степеней уверенности врача в наличии какого-либо ЭКГ нарушений. Для уменьшения неоднозначности трактовок число степеней уверенности уменьшено до двух: точно (без явного указания на это) и вероятно.

Укрупнение диагностических категорий позволяет обобщивать оценки в случаях относительно небольших расхождений и автоматизировать (алгоритмизировать) сравнение аннотаций, выполненных автоматически или врачами.

Список литературы / References

1. ГОСТ IEC60601-2-51-2011 Изделия медицинские электрические. Часть 2-51. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к регистрирующим и анализирующим одноканальным и многоканальным электрокардиографам. // М.: Стандартинформ, 2013. – 100 с. Идентичен международному стандарту IEC 60601-2-51:2003. Medical electrical equipment Part 2-51: Particular requirements for safety, including essential performance, of recording and analysing single channel and multi-channel electrocardiographs.
2. Physionet The Research Resource for Complex Physiologic Signals электронный ресурс <https://physionet.org/> (дата обращения 10.09.2020)
3. Bousseljot R., Kreiseler D., Schnabel A. Nutzung der EKG-Signaldatenbank CARDIODAT der PTB über das Internet // Biomedizinische Technik / Biomedical Engineering. – 1995. – Vol. 40. – No. 51. – P. 317–318.
4. PTB Diagnostic ECG Database (Ralf-Dieter Bousseljot, published: Sept. 25, 2004. Version: 1.0.0) электронный ресурс <https://physionet.org/content/ptbdb/1.0.0/> DOI doi.org/10.13026/C28C71 (дата обращения 10.09.2020)
5. Goldberger, A., Amaral, L., Glass, L. et. al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. Circulation [Online]. – 2000. – Vol. 101. – No. 23. – P. e215–e220.
6. ECG.RU. Клиническая оценка ЭКГ-12. Электронный ресурс <https://ecg.ru/records> (дата обращения 12.09.2020)
7. ECG.RU. Clinical evaluation of ECG-12. Electronic resource <https://ecg.ru/records> (accessed 12.09.2020)
8. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part II: electrocardiography diagnostic statement list a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology // Journal of the American College of Cardiology. – 2007. – Vol. 49. – No. 10. – P. 1128–1135.
9. Касерес Ц. Какие доводы можно было бы привести против автоматизации электрокардиографии? / Вычислительные системы и автоматическая диагностика заболеваний сердца: [Сборник статей] / Под ред. Ц. Касереса и Л. Дрейфуса; Пер. с англ. А. И. Титомира и В. В. Шакина. – М.: Мир, 1974. – 501 с.
10. Caceres C. What arguments could be made against the automation of electrocardiography? / Computing systems and automatic diagnosis of heart diseases: [Collected papers] / Ed. C. Caceres and L. Dreyfus; Per. from English. L. I. Titomir and V. V. Shakin – M.: Mir, 1974. – 501 p.
11. Cook D. A., Oh S. Y., Pusic M. V. Accuracy of Physicians' Electrocardiogram Interpretations: A Systematic Review and Meta-analysis. // JAMA Intern Med. – 2020 (Nov 1). – Vol. 180. – No. 11. – P. 1461–1471. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.3989.

10. Moody G.B., Mark R.G. The impact of the MIT-BIH Arrhythmia Database // *IEEE Eng in Med and Biol.* – 2001. – Vol. 20. – No. 3. – P. 45–50.
11. Smíšek R. et al. CSE database: extended annotations and new recommendations for ECG software testing // *Med Biol Eng Comp.* – 2017. – Vol. 55. – No. 8. – P. 1473–1482. – doi: 10.1007/s11517-016-1607-5
12. Willems J.L. Common Standards for Quantitative Electrocardiography // *Journal of medical engineering and technology.* – 1985. – Vol. 9. – No. 5. – P. 209–217. – doi: 10.3109/03091908509032101
13. Тестовая база РОХМИНЭ «ЭКГ в 12 стандартных отведениях» <http://www.rohmine.org/baza-dannykh-rokhmine/testovaya-baza-standart-ekg-2018-g/> (дата обращения 30.08.2020).
Test database ROKhMINE «ECG in 12 standard leads» <http://www.rohmine.org/baza-dannykh-rokhmine/testovaya-baza-standart-ekg-2018-g/> (accessed 30.08.2020)
14. Шутов Д.В., Дроздов Д.В., Газашвили Т.М. и др. Методические и нормативные аспекты создания набора данных ЭКГ для тестирования автоматизированных алгоритмов и систем искусственного интеллекта // *Врач и информационные технологии.* – 2021. – № 4. – С. 4–15. – doi: 1025881/18110193_2021_4_4.
15. Shuflov D.V., Drozdov D.V., Gazashvili T.M. et al. Methodological and normative aspects of creating an ECG data set for testing automated algorithms and artificial intelligence systems. *Vrach i informatsionnye tekhnologii.* – 2021. – No. 4. – P. 4–15. – doi: 1025881/18110193_2021_4_4
15. Statement of Validation and Accuracy for the Glasgow 12-Lead ECG Analysis Program. 2009 PhysioControl, Inc.

Статья поступила / Received 11.04.2022

Получена после рецензирования / Revised 18.04.2022

Принята к публикации / Accepted 18.04.2022

Приложение 1*

Тезаурус ЭКГ заключений, использованный в работе

- 1 Общие условия
 - Короткая запись, анализ ЭКГ невозможен
 - Короткая запись, проведен частичный анализ
 - Нет отведений I или II
 - Высокий уровень шумов
 - Обнаружено мало QRS, возможны ошибки
 - Обрыв отведений от конечностей
 - Обрыв грудных отведений
 - Низкий вольтаж QRS
 - Низкий вольтаж QRS в отведениях от конечностей
 - Низкий вольтаж QRS в грудных отведениях
 - Одинаковые QRS в грудных отведениях
 - ЭКГ типа SI – SII – SIII
 - Декстрокardia
 - Перестановка электродов R и L
 - Нет данных о поле или возрасте пациента!
- 2 Ритм и его нарушения
 - 2.1 Синусовый ритм и синусовые аритмии
 - Синусовый ритм
 - Синусовая тахикардия
 - Синусовая брадикардия
 - Синусовая аритмия
 - Синоатриальная блокада, тип I
 - Синоатриальная блокада, тип II
 - Пауза или остановка синусового узла
 - Суправентрикулярный ритм без уточнения источника, включая аритмию
 - 2.2 Суправентрикулярные аритмии
 - Предсердная экстрасистола
 - Предсердная бигеминия
 - Предсердная тригеминия
 - Блокированная предсердная экстрасистола
 - Ретроградная активация предсердий
 - Миграция водителя ритма по предсердиям
 - Эктопический предсердный ритм
 - Эктопический мультифокальный предсердный ритм
 - Узловая экстрасистола
 - Узловой выскальзывающий комплекс
 - Узловой ритм
 - Ускоренный узловой ритм
 - Суправентрикулярный комплекс
 - Несинусовая суправентрикулярная брадикардия
 - 2.3 Суправентрикулярные тахикардии
 - Фибрилляция предсердий
 - Трепетание предсердий
 - Узловая тахикардия
 - Суправентрикулярная тахикардия
 - Тахикардия с узкими QRS
 - 2.4 Желудочковые аритмии
 - Желудочковая экстрасистола
 - Желудочковая бигеминия
 - Желудочковая тригеминия
 - Ранняя желудочковая экстрасистола R на T
 - Сливной комплекс
 - Желудочковый выскальзывающий комплекс
 - Идиовентрикулярный ритм
 - Ускоренный идиовентрикулярный ритм
 - Парасистолия
 - 2.5 Желудочковые тахикардии
 - Желудочковая тахикардия
 - Неустойчивая желудочковая тахикардия
 - Полиморфная желудочковая тахикардия
 - Желудочковая тахикардия типа «пируэт»
 - Фибрилляция желудочков
 - Тахикардия с широкими QRS
- 2.6 Атриовентрикулярная проводимость
 - Укорочение интервала P-Q
 - AV проводимость в отношении N: D
 - AV блокада I степени
 - AV блокада II степени типа Мобитц I с периодикой Венкебаха
 - AV блокада II степени типа Мобитц II
 - AV блокада 2:1
 - AV блокада с переменной проводимостью
 - AV блокада высокой степени
 - AV блокада III степени (полная)
 - AV диссоциация
- 2.7 Ритмы ЭКС
 - Стимуляция не из верхушки правого желудочка
 - Предсердно-желудочковый стимулированный ритм
 - P-синхронизированная стимуляция желудочков
 - Предсердный стимулированный ритм
 - Желудочковый стимулированный ритм
 - Нарушение захвата
 - Нарушение стимуляции
- 3 Электрическая ось сердца
 - Неопределенная ЭОС
 - Отклонение ЭОС влево
 - Умеренное отклонение ЭОС влево
 - Отклонение ЭОС вправо
 - Умеренное отклонение ЭОС вправо
 - Нормальное положение ЭОС
- 4 Гипертрофия предсердий
 - Возможно увеличение правого предсердия
 - Увеличение правого предсердия (P pulmonale)
 - Возможно увеличение левого предсердия
 - Увеличение левого предсердия (P mitrale)
 - Исключить патологию легких
- 5 Блокады и нарушения проведения в желудочках
 - RsR' в V1, V2 с задержкой внутрижелудочкового проведения
 - Неполная блокада правой ножки п. Гиса
 - Блокада правой ножки п. Гиса
 - Блокада правой ножки п. Гиса с вероятной гипертрофией правого желудочка
 - Неполная блокада левой ножки п. Гиса
 - Блокада передней ветви левой ножки п. Гиса
 - Блокада задней ветви левой ножки п. Гиса
 - Блокада левой ножки п. Гиса
 - Неспецифическая задержка внутрижелудочкового проведения
 - Неспецифическая внутрижелудочковая блокада
- 6 Синдром WPW
 - Синдром WPW, тип A
 - Синдром WPW, тип B
- 7 Гипертрофии желудочков
 - Гипертрофия правого желудочка с нарушениями реполяризации
 - Гипертрофия правого желудочка
 - Вероятно, гипертрофия правого желудочка
 - Гипертрофия левого желудочка по вольтажным критериям
 - Вероятная гипертрофия левого желудочка по вольтажным критериям
 - Косвенные признаки гипертрофии левого желудочка
 - Возможно, гипертрофия левого желудочка
 - Гипертрофия левого желудочка с нарушениями реполяризации
 - Изолированная гипертрофия перегородки
- 8 Аномалии QT
 - Укорочение интервала QT
 - Удлинение интервала QT
- 9 Инфаркт миокарда
 - 9.1 Передний инфаркт
 - Возможный передний инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
 - Возможный передний недавний инфаркт миокарда
 - Возможный передний старый инфаркт миокарда
 - Передний инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
 - Передний недавний инфаркт миокарда
 - Передний старый инфаркт миокарда

*Примечание научного редактора. Данный список ЭКГ заключений не является официально утвержденным методическим материалом, он был использован в качестве одного из инструментов в конкретном научно-практическом исследовании. Это необходимо принимать во внимание при использовании списка. Вместе с тем, создание такого списка и практическое опробование его для согласования мнений квалифицированных врачей для описания достаточно сложных ЭКГ, делает целесообразной публикацию и последующее обсуждение тезауруса в нашем журнале.

9.2 Перегородочный инфаркт

Возможный перегородочный инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Возможный перегородочный недавний инфаркт миокарда
Возможный перегородочный старый инфаркт миокарда
Перегородочный инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Перегородочный недавний инфаркт миокарда
Перегородочный старый инфаркт миокарда

9.3 Передне-перегородочный инфаркт

Возможный передне-перегородочный инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Возможный передне-перегородочный недавний инфаркт миокарда
Возможный передне-перегородочный старый инфаркт миокарда
Передне-перегородочный инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Передне-перегородочный недавний инфаркт миокарда
Передне-перегородочный старый инфаркт миокарда

9.4 Боковой инфаркт

Возможный боковой инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Возможный боковой недавний инфаркт миокарда
Возможный боковой старый инфаркт миокарда
Боковой инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Боковой недавний инфаркт миокарда
Боковой старый инфаркт миокарда

9.5 Передне-боковой инфаркт

Возможный передне-боковой инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Возможный передне-боковой недавний инфаркт миокарда
Возможный передне-боковой старый инфаркт миокарда
Передне-боковой инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Передне-боковой недавний инфаркт миокарда
Передне-боковой старый инфаркт миокарда

9.6 Нижний инфаркт

Возможный нижний инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Возможный нижний недавний инфаркт миокарда
Возможный нижний старый инфаркт миокарда
Нижний инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST
Нижний недавний инфаркт миокарда
Нижний старый инфаркт миокарда

9.7 Нижний инфаркт с распространением на заднюю стенку

Возможный нижний инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST с распространением на заднюю стенку
Возможный нижний недавний инфаркт миокарда с распространением на заднюю стенку
Возможный нижний старый инфаркт миокарда с распространением на заднюю стенку
Нижний инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST с распространением на заднюю стенку
Нижний недавний инфаркт миокарда с распространением на заднюю стенку
Нижний старый инфаркт миокарда с распространением на заднюю стенку

10 Элевация ST, ранняя реполяризация

Неспецифическая элевация сегмента ST
Ранняя реполяризация
Элевация сегмента ST, возможно, ранняя реполяризация

Элевация сегмента ST, может быть обусловлена перикардитом, эпикардиальным повреждением или ранней реполяризацией
Возможно, острый перикардит
ЭКГ-признаки острого перикардита

11 Повреждение миокарда

Элевация ST, исключить повреждение миокарда перегородки
Выраженная элевация ST, исключить повреждение миокарда перегородки
Элевация ST, исключить повреждение миокарда передней стенки
Выраженная элевация ST, исключить повреждение миокарда передней стенки
Элевация ST, исключить передне-перегородочное повреждение миокарда
Выраженная элевация ST, исключить передне-перегородочное повреждение миокарда
Элевация ST, исключить повреждение миокарда боковой стенки
Выраженная элевация ST, исключить повреждение миокарда боковой стенки
Элевация ST, исключить передне-боковое повреждение миокарда
Выраженная элевация ST, исключить передне-боковое повреждение миокарда
Элевация ST, исключить повреждение миокарда нижней стенки
Выраженная элевация ST, исключить повреждение миокарда нижней стенки

12 Депрессия ST

Выраженная депрессия ST в отведениях __, исключить субэндокардиальное повреждение
Депрессия ST в отведениях __, исключить субэндокардиальное повреждение
Умеренная депрессия ST в отведениях __
Минимальная депрессия ST в отведениях __
Выраженная депрессия точки j в отведениях __
Депрессия точки j в отведениях __, возможно, вариант нормы
Возможно, интоксикация дигиталисом

13 Изменения зубца T

Выраженные изменения зубца T, исключить ишемию передней стенки
Умеренные изменения зубца T, исключить ишемию передней стенки
Выраженные изменения зубца T, исключить ишемию боковой стенки
Умеренные изменения зубца T, исключить ишемию боковой стенки
Выраженные изменения зубца T, исключить ишемию передне-боковой стенки
Умеренные изменения зубца T, исключить ишемию передне-боковой стенки
Умеренные изменения зубца T, исключить ишемию нижней стенки
Выраженные изменения зубца T, исключить ишемию нижней стенки
Высокий зубец T, возможна гиперкалиемия
Неспецифические изменения зубца T
Аномальная ось зубца T

14 Смещение переходной зоны

Смещение переходной зоны влево
Смещение переходной зоны вправо

15 Паттерн Бругада

Возможно, синдром Бругада
Паттерн Бругада, исключить инфаркт миокарда, миокардит, интоксикации

Сведения об авторах

Дроздов Дмитрий Владимирович¹, ORCID 0000-0001-7374-3604
Шутов Дмитрий Валериевич², ORCID 0000-0003-1836-3689
Газашвили Тамара Михайловна³, ORCID 0000-0002-5875-9699
Полянская Наталья Анатольевна⁴, ORCID 0000-0002-7733-4709
Жук Мария Юрьевна⁵, ORCID 0000-0001-8147-6315

¹ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт» (МФТИ), Москва

²ГБУЗ города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (НПЦДиТ ДЗМ), Москва

³ГБУЗ города Москвы «Городская клиническая больница им. Л. А. Ворохобова Департамента здравоохранения города Москвы» (ГКБ им. Л. А. Ворохобова ДЗМ), Москва

⁴ФГБУЗ «Сибирский окружной медицинский центр Федерального медико-биологического агентства» (СОМЦ ФМБА России), Новосибирск

⁵ГБУЗ города Москвы «Станция скорой и неотложной медицинской помощи им. А. С. Пучкова» Департамента здравоохранения города Москвы

Автор для переписки: Дроздов Дмитрий Владимирович.
E-mail: cardioexp@gmail.com

Для цитирования: Дроздов Д. В., Шутов Д. В., Газашвили Т. М., Полянская Н. А., Жук М. Ю. Согласование врачебных описаний ЭКГ с применением тезауруса (списка типовых фраз) заключений. Медицинский алфавит. 2022; (10): 19–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-19-26>.

About authors

Drozdov Dmitrii V.¹, ORCID 0000-0001-7374-3604
Shutov Dmitry V.², ORCID 0000-0003-1836-3689
Gazashvili Tamara M.³, ORCID 0000-0002-5875-9699
Polyanskaya Natalia A.⁴, ORCID 0000-0002-7733-4709
Zhuk Maria Yu.⁵, ORCID 0000-0001-8147-6315

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

²Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Department of Healthcare of the City of Moscow, Moscow, Russia

³L.A. Vorokhobov City Clinical Hospital of the Department of Healthcare of the City of Moscow, Moscow, Russia

⁴Siberian District Medical Centre Of Federal Medical-Biological Agency, Novosibirsk, Russia

⁵A.S. Puchkov Ambulance and Emergency Medical Care Station, Moscow, Russia

Corresponding author: Drozdov Dmitry V. E-mail: cardioexp@gmail.com

For citation: Drozdov D. V., Shutov D. V., Gazashvili T. M., Polyanskaya N. A., Zhuk M. Yu. Agreement process of ECG annotations using thesaurus (list of typical phrases) of ECG conclusions. Medical alphabet. 2022; (10): 19–26. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-19-26>.



Влияние легочной гипертензии различной тяжести на характеристики суточной вариабельности синусового ритма

А. В. Соболев, Е. Ш. Кожемякина, Н. Х. Курбонбекова, А. М. Каспарова, Т. М. Мартынюк

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е. И. Чазова» Минздрава России, Москва

РЕЗЮМЕ

Цель: поиск параметров суточной вариабельности синусового ритма (ВСР) и ВСР, отвечающей различным диапазонам изменения ЧСС, на которые наиболее сильно влияет лёгочная гипертензия различной этиологии и тяжести.

Материал и методы. В исследование включены 67 больных (18 мужчин и 49 женщин в возрасте от 18 до 59 лет) легочной гипертензией двух типов: 42 больных (6 мужчин и 36 женщин) идиопатической легочной гипертензией (ИЛГ) и 25 больных (12 мужчин и 13 женщин) хронической тромбоэмболической легочной гипертензией (ХТЭЛГ). Часть больных обследовалась два и более раза при разных госпитализациях. В результате проведено 224 обследования в сочетании с холтеровским мониторингом ЭКГ (ХМ ЭКГ) и последующим анализом суточной ВСР. В качестве группы контроля использовались результаты ХМ ЭКГ 67 здоровых лиц (29 женщин и 38 мужчин в возрасте от 18 до 55 лет). Суточная ВСР оценивались в сопоставимых по возрасту подгруппах групп контроля и ЛГ: 18–29 лет, 30–39 лет, 40–49 лет и 50–59 лет. Параметры ВСР определялись с использованием модификации метода АВСР-ВКР, учитывающего наличие на ритмограмме двойных изломов (ДИР).

Результаты. 1) Появление ИЛГ, ХТЭЛГ и нарастание ФК ЛГ примерно одинаково влияют на параметры, характеризующие суточную ВСР в целом, и на параметры ВСР, отвечающие различным диапазонам изменения ЧСС. 2) Влияние ЛГ на ВСР явно зависит возраста пациента и тяжести заболевания, характеризуемой ФК ЛГ. В возрасте до 40 лет и появление ЛГ и нарастание ФК ЛГ порождает тенденцию к снижению ВСР независимо от наличия или отсутствия ДИР. В возрастах старше 40 лет эта тенденция ослабевает, а в возрастах 50–59 лет на участках с ДИР меняется на тенденцию к нарастанию ВСР при усилении тяжести заболевания. 3) Наиболее явно влияние ЛГ на ВСР проявляется в виде снижения ВСР на участках ритмограммы без ДИР. Это относится как в течение всех суток, так и во всех исследованным нами диапазоном изменения ЧСС. 4) Влияние ЛГ на ВСР наиболее выражено в диапазонах ЧСС >75 уд/мин. 5) Полученные данные могут быть полезными при анализе связи динамики суточной ВСР с динамикой параметров функционального состояния больного ЛГ, полученных по данным его клинико-инструментального обследования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Impact of pulmonary hypertension of varying severity on the characteristics of the daily variability of the sinus rhythm

A. V. Sobolev, E. Sh. Kozhemyakina, N. Kh. Qurbonbekova, A. M. Kasparova, T. V. Martynyuk

National Medical Research Center of Cardiology named after Academician E. I. Chazov, Moscow, Russia

SUMMARY

Purpose: to search for the parameters of the daily variability of the sinus rhythm (VSR) and VSR corresponding to different ranges of heart rate changes, which are most strongly affected by pulmonary hypertension of various etiologies and severity.

Material and methods. The study included 67 patients (18 men and 49 women aged 18 to 59 years) with two types of pulmonary hypertension: 42 patients (6 men and 36 women) with idiopathic pulmonary hypertension (IPH) and 25 patients (12 men and 13 women) with chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTPH). Some patients examined two or more times at different hospitalizations. As a result, 224 examinations conducted in combination with Holter ECG monitoring and subsequent analysis of the daily VSR. As a control group, the results of XM ECG of 67 healthy individuals (29 women and 38 men aged 18 to 55 years) were used. The daily HRV evaluated in age-comparable subgroups of control groups and PH: 18–29 years, 30–39 years, 40–49 years and 50–59 years. HRV parameters were determined using a modification of the VSRA-SSR method, taking into account the presence of double fractures (DFR) on the rhythmogram.

Results. 1) The appearance of IPH, CTPH and the increase in PH FC have approximately the same effect on the parameters characterizing the daily HRV as a whole, and on the HRV parameters corresponding to different ranges of heart rate changes. 2) The effect of PH on HRV clearly depends on the age of the patient and the severity of the disease characterized by PH FC. At the age of 40, both the appearance of PH and the increase in PH FC generates a tendency to decrease HRV, regardless of the presence or absence of DIR. At the age of over 40 years, this trend begins to weaken, and at the age of 50–59 years, in areas with DIR, it changes to a tendency to increase HRV with increasing severity of the disease. 3) The most obvious effect of PH on HRV is manifested in the form of a decrease in HRV in the areas of the rhythmogram without DIR. This applies both during the whole day and in all ranges of heart rate changes studied by us. 4) The effect of PH on HRV is most expressed in the heart rate ranges > 75 beats/min. 5) The data obtained can be useful to analyze the relationship between the dynamics of the daily HRV with the dynamics of the parameters of the functional state of the patient with PH, obtained according to his clinical and instrumental examination.

KEY WORDS:

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Введение

Интерес к вариабельности синусового ритма (ВСР) вызван, прежде всего, свойством ритма, замеченным еще медиками древнего Китая: уменьшение или исчезновение изменчивости частоты сердечных сокращений (ЧСС) больного

свидетельствует об ухудшении его состояния. В связи с этим к параметрам ВСР предъявляют следующее основное требование: в некотором диапазоне изменения параметра ВСР при ухудшении состояния больного значения параметра уменьшаются, а при улучшении состояния — нарастают.

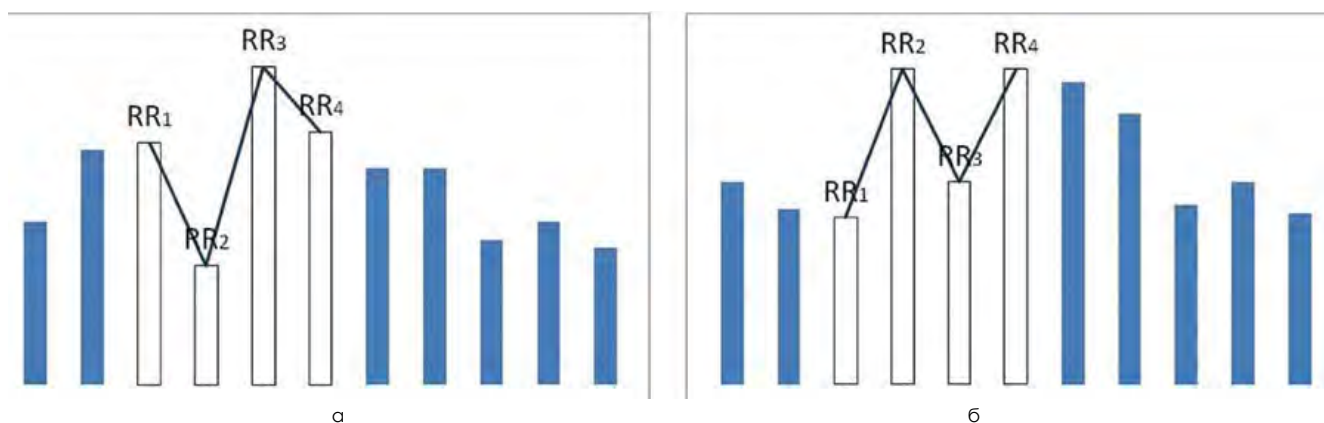


Рисунок 1. Схематическое изображение двойных изломов ритмограммы: а – Двойной излом, в котором $RR_1 > RR_2$; б – Двойной излом, в котором $RR_1 < RR_2$.



Рисунок 2. Примеры участков ритмограммы здорового обследуемого без двойных изломов и с двойными изломами: а – участок ритмограммы без двойных изломов; б – участок ритмограммы с двойными изломами.

Использование длительного мониторинга ЭКГ дало возможность изучать ВСР на суточных промежутках времени. В [1] был рекомендован для применения ряд параметров суточной ВСР. Эти параметры стали вычисляться в большинстве современных систем холтеровского мониторинга (ХМ) ЭКГ и использоваться для анализа суточной ВСР больных с различной сердечно-сосудистой и другой патологией. Но оказалось, что использование рекомендованных в [1] параметров эффективно лишь при анализе ригидных (или близких к ригидным) ритмов, характеризующих очень плохое функциональное состояние человека. Несмотря на появление тысяч работ, в которых анализировалась суточная ВСР, общепризнанно полезными для клиники оказалось всего три результата [1, 2]:

- 1) узкая гистограмма распределения интервалов NN (SDNN < 50 мс, TINN < 15 и др.) у больных, перенесших инфаркт миокарда, является предиктором внезапной смерти;
- 2) узкая гистограмма распределения интервалов NN при сердечной недостаточности является предиктором ухудшения состояния больного и летального исхода.

- 3) малая величина параметра pNN 50 при сахарном диабете является ранним признаком диабетической нейропатии.

Следует также отметить, что клиническая оценка изменения рекомендованных параметров ВСР у больных лёгочной гипертензией весьма противоречива [3].

В конце 90-х годов в НИИ кардиологии РКНПК был разработан метод анализа ВСР на длительных промежутках времени, базирующийся на оценке вариаций коротких участков ритмограммы (АВСР-ВКР) [4–8]. Метод позволяет изучать распределение ЧСС в течение суток и связь между ЧСС и величиной сопутствующей этой ЧСС синусовой аритмии. Использование метода АВСР-ВКР позволяет эффективно связывать динамику суточной ВСР с динамикой функционального состояния у здоровых лиц, больных ИБС, ДКМП и ряда других заболеваний [6–8]. Но при артериальной (АГ) и легочной (ЛГ) гипертензиях эффективность метода заметно снижается: ухудшение функционального состояния больного часто не сопровождается уменьшением параметров его ВСР на длительных промежутках времени даже на уровне средне-групповых значений. Более того, часто увеличение возраста и нарастание артериального давления у больных АГ и ЛГ приводит к нарастанию параметров суточной ВСР. Это относится и к параметрам, рекомендуемым в [1], и к параметрам метода АВСР-ВКР, описанным в [4–8]. Возникло предположение, что гипертензии оказывают специфическое влияние на ВСР на длительных промежутках времени.

Как показывает анализ холтеровских записей ЭКГ, на последовательности интервалов RR, которую мы далее будем называть ритмограммой, иногда появляются так называемые *двойные изломы ритмограммы (ДИР)*, т.е. четверки последовательных интервалов RR – RR_1, RR_2, RR_3, RR_4 , для которых выполнены соотношения $RR_1 < RR_2 > RR_3 < RR_4$ либо соотношения $RR_1 > RR_2 < RR_3 > RR_4$ (рис. 1).

Как отмечалось в [9–11], ДИР могут являться результатом различных нарушений ритма, например – наджелудочковых экстрасистол. Но они встречаются и среди нормальных синусовых интервалов RR как у здоровых лиц, так и у больных различными заболеваниями. Примеры участка суточной ритмограммы здорового обследуемого без двойных изломов и участка той же ритмограммы с двойными изломами при нормальном синусовом ритме приведены на рисунке 2.

В работах [9, 10] была разработана модификация метода АВСР-ВКР, позволяющая учитывать при анализе суточной ВСР наличие ДИР на ритмограмме. Использование этой модификации позволяет [11, 12] более точно оценивать влияние АГ и ЛГ на ВСР. В частности, в [12] показано, что появление ИЛГ и нарастание ФК ЛГ порождают одинаковые тенденции во влиянии ДИР на ВСР. Так, во всех возрастных диапазонах и появление ИЛГ и нарастание ФК ЛГ стимулируют снижение ВСР на части суточной ритмограммы без ДИР, но при этом у больных старше 50 лет на части суточной ритмограммы, содержащей ДИР и на всей ритмограмме появляется тенденция к нарастанию ВСР как при появлении ИЛГ, так и при повышении ФК ЛГ, и т. п. Кроме того, отмечалась явная зависимость характера влияния ИЛГ на ВСР от диапазона изменения ЧСС.

Цель исследования – поиск параметров суточной ВСР и ВСР, отвечающей различным диапазонам изменения ЧСС, на которые наиболее сильно влияет лёгочная гипертензия различной этиологии и тяжести.

Материал и методы

В исследование включено 67 больных (18 мужчин и 49 женщин в возрасте от 18 до 59 лет) легочной гипертензией двух типов: 42 больных ИЛГ (6 мужчин и 36 женщин) и 25 больных (12 мужчин и 13 женщин) ХТЭЛГ. Диагноз ИЛГ и ХТЭЛГ устанавливался на основании данных комплексного обследования в соответствии с принятыми рекомендациями по диагностике и лечению ЛГ [13]. Всем больным помимо стандартного обследования проводилось суточное ХМ ЭКГ. Функциональное состояние определялось комплексно с учетом ФК (ВОЗ) ЛГ [14] и дистанции, пройденной в тесте 6-минутной ходьбы (Т6МХ), степени одышки по шкале Борга и наличия признаков правожелудочковой сердечной недостаточности. Часть больных обследовалась два и более раз при разных госпитализациях. В результате было проведено 224 обследования: 166 обследований больных ИЛГ и 58 обследований больных ХТЭЛГ. Во всех этих обследованиях определяли ФК ЛГ и оценивали результаты ХМ ЭКГ.

В качестве группы контроля использовались результаты ХМ ЭКГ 67 здоровых лиц (29 женщин и 38 мужчин) в возрасте от 18 до 55 лет.

Наряду с группами контроля и ЛГ в качестве самостоятельных групп рассматривались две подгруппы группы ЛГ: больные с ФК ЛГ I–II (подгруппа 1) и больные с ФК ЛГ III–IV (подгруппа 2).

Суточная ВСР оценивались в сопоставимых по возрасту подгруппах групп контроля и ЛГ: 18–29 лет, 30–39 лет, 40–49 лет и 50–59 лет. Распределение по возрастам результатов обследования здоровых лиц и больных ИЛГ различных ФК ЛГ приведено в *таблице 1*.

Малое число больных в подгруппах группы ХТЭЛГ возрастов до 40 лет отражает тот факт, что тромбоэмболия легочной артерии появляется, как правило, у лиц после 40 лет [15–17], а средний возраст обследованных нами пациентов на момент установления диагноза составлял 45–60 лет. Для полноты картины мы оставили для рассмотрения эти подгруппы.

Параметры суточной ВСР. Суточное ХМ ЭКГ проводилось с использованием комплекса «Союз» фирмы

«ДМС Передовые Технологии», (Россия). Параметры ВСР определялись по результатам мониторингирования методом, изложенным в [9] (см. также [8]). Ограничимся кратким описанием метода и параметров, изучаемых в нашей статье.

В ритмограмме выделяли последовательные короткие участки синусового ритма, содержащие по 33 интервала RR. На каждом участке определяли ЧСС и вариацию короткого участка ритмограммы $BKP = \sum \text{abs}[RR(k+1) - RR(k)]$ ($k = 1, \dots, 32$), характеризующую величину синусовой аритмии на участке:

На ритмограмме выделяли двойные изломы (ДИР) – четверки последовательных интервалов $RR[j], RR[j+1], RR[j+2], RR[j+3]$, для которых различие между соседними интервалами RR составляло не менее 24 мс и выполнялся один из наборов неравенств $RR[j] < RR[j+1] > RR[j+2] < RR[j+3]$ или $RR[j] > RR[j+1] < RR[j+2] > RR[j+3]$.

Все короткие участки ритмограммы делили на участки, содержащие ДИР, и участки, не содержащие ДИР.

Исследование ВКР осуществлялось в 8 диапазонах ЧСС, упорядоченных по убыванию ЧСС (*табл. 2*).

Каждый короткий участок ритмограммы относили к группе с номером i , равным номеру диапазона, в который попадало значение ЧСС на этом участке. Для каждой из полученных таким образом групп вычисляли следующие характеристики:

$n(i)$ – количество коротких участков ритмограммы, попавших в группу с номером i ;

$BKPM(i)$ – среднее значение величин ВКР всех коротких участков ритмограммы, попавших в группу с номером i . Параметр ВКРМ, вычисленный для определенного диапазона изменения ЧСС, характеризует усредненную ВСР в этом диапазоне;

$n1(i)$ – количество коротких участков ритмограммы, попавших в группу с номером i и не содержащих ДИР;

$BKPM1(i)$ – среднее значение величин ВКР коротких участков ритмограммы, попавших в группу с номером i и не содержащих ДИР;

$n2(i)$ – количество коротких участков ритмограммы, попавших в группу с номером i и содержащих ДИР;

$BKPM2(i)$ – среднее значение величин ВКР по коротким участкам ритмограммы, попавших в группу с номером i и содержащих ДИР.

Таблица 1
Распределение по возрастам результатов обследования здоровых лиц и больных ЛГ различных ФК ЛГ

Возраст	18–29 лет	30–39 лет	40–49 лет	50–59 лет
Контроль	25	19	17	6
ИЛГ	33	46	44	43
ХТЭЛГ	3	4	18	33
ЛГ, вся группа	36	50	62	76
ФК I–II	19	26	36	28
ФК III–IV	17	24	26	48

Таблица 2
Деление ЧСС на диапазоны

i (номер диапазона)	1	2	3	4	5	6	7	8
ЧСС, уд/мин	>105	105–93	92–84	83–76	75–69	68–64	63–59	<59

Таблица 3

Возрастная динамика среднегрупповых значений основных параметров суточной ВСР в возрастных подгруппах групп контроля и ЛГ

Группа	Контроль				Вся ЛГ			
Возраст, лет	18–29 (n=25)	30–39 (n=19)	40–49 (n=17)	50–59 (n=6)	18–29 (n=36)	30–39 (n=50)	40–49 (n=62)	50–59 (n=76)
Параметры,	Среднегрупповые значения				Среднегрупповые значения			
СВВР, мс	1462	1058	871	711	927++	776**	669*	830
СВВР1, мс	1178	973	807	672	718++	619++	568+	512*
СВВР2, мс	1860	1385	1169	988	1405**	1095**	966	1248
КВДИ	1.6	1.4	1.5	1.5	2.1*	1.8+	1.8	2.6
Группа	ИЛГ				ХТЭЛГ			
Возраст, лет	18–29 (n=33)	30–39 (n=46)	40–49 (n=44)	50–59 (n=43)	18–29 (n=3)	30–39 (n=4)	40–49 (n=18)	50–59 (n=33)
Параметры,	Среднегрупповые значения				Среднегрупповые значения			
СВВР, мс	901++	782**	741	894	1213	703	494+	745
СВВР1, мс	697++	624++	625**	501*	958	559**	429++	525
СВВР2, мс	1387**	1101*	1047	1417	1606	1021	767**	1028
КВДИ	2.1*	1.8+	1.8	3.1	1.7	1.9+	1.8	1.9
Группа	ФК I–II				ФК III–IV			
Возраст, лет	18–29 (n=19)	30–39 (n=26)	40–49 (n=36)	50–59 (n=28)	18–29 (n=17)	30–39 (n=24)	40–49 (n=26)	50–59 (n=48)
Параметры,	Среднегрупповые значения				Среднегрупповые значения			
СВВР, мс	1007**	837	725	779	838+	709**	592**	859
СВВР1, мс	774++	658++	632**	561	657++	576++	479++	483**
СВВР2, мс	1573	1161	1001	1018	1217+	1025**	917	1383
КВДИ	2.2*	1.8+	1.7	1.8	1.9+	1.8+	1.9*	3.0

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, + – $p < 0,001$, ++ – $p < 0,0001$.

Здесь и далее оценивается достоверность отличий от подгрупп группы Контроля.

Для всей суточной ритмограммы определяли следующие параметры:

Среднезвешенные вариации всей ритмограммы (СВВР), её части, не содержащей двойных изломов (СВВР1), и части, содержащей двойные изломы (СВВР2), т.е. величины

$$СВВР = \sum (n(i) * q(i) * ВКРМ(i)) / S(n(k), k = 1, \dots, 8),$$

$$СВВР1 = \sum (n1(i) * q(i) * ВКРМ1(i)) / S(n1(k), k = 1, \dots, 8),$$

$$СВВР2 = \sum (n2(i) * q(i) * ВКРМ2(i)) / S(n2(k), k = 1, \dots, 8),$$

где $i, k = 1 \dots 8$ – номера диапазонов, а коэффициенты $q(i)$ задаются [4–7] равенствами

$$q(1) = 3.04, q(2) = 2.75, q(3) = 2.33, q(4) = 1.88,$$

$$q(5) = 1.56, q(6) = 1.34, q(7) = 1.15 \text{ и } q(8) = 1.$$

Статистическая обработка материала применялась для поиска параметров ВСР, на которые ЛГ влияет более сильно. При статистическом анализе использовалось следующее допущение. Пусть сравниваются параметры ВСР Р1 и Р2 двух групп обследуемых лиц, характеризующихся различным функциональным состоянием, например – параметры группы нормы и группы ЛГ. Тогда можно считать, что различие между функциональным состоянием влияет на параметр Р1 сильнее, чем на параметр Р2, если достоверность межгрупповых различий для параметра Р1 будет выше, чем для параметра Р2.

При статистической обработке материала применялось программное обеспечение STATISTICA 7.0 StatSoft, Inc. Для оценки различий между двумя независимыми выборками был использован непараметрический U-критерий Манна–Уитни. Различия признавались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Влияние легочной гипертензии на параметры суточной ВСР

В таблице 3 приведены среднегрупповые значения исследуемых параметров в возрастных подгруппах групп контроля, всей ЛГ, ИЛГ, ХТЭЛГ, ФК I–II и ФК III–IV.

Укажем на наиболее важные результаты, отраженные в таблице 3.

1. ХТЭЛГ и ИЛГ влияют на основные параметры суточной ВСР сходным образом. В частности, в подгруппах возрастов до 49 лет всей группы ЛГ, группы ИЛГ и группы ХТЭЛГ имеет место тенденция к снижению ВСР по сравнению с соответствующими подгруппами группы контроля, в подгруппах возрастов 50–59 лет всех этих групп тенденция к снижению ВСР сохраняется на части ритмограммы без ДИР, а на части ритмограммы с ДИР и на всей ритмограмме меняется на тенденцию к нарастанию ВСР по сравнению с подгруппами возрастов 40–49 лет и тенденцию к нарастанию ВСР по сравнению с подгруппой группы контроля возрастов 50–59 лет.

2. Нарастание ФК ЛГ при ЛГ влияет на параметры суточной ВСР примерно также, как и появление заболевания. В подгруппах групп ФК I–II и ФК III–IV возрастов до 49 лет нарастание ФК ЛГ стимулирует снижение как всей суточной ВСР, так и ВСР на частях ритмограммы с ДИР и без ДИР. В возрастах 50–59 лет на части ритмограммы без ДИР тенденция к снижению ВСР сохраняется, а на части ритмограммы с ДИР и на всей ритмограмме меняется на тенденцию к нарастанию ВСР в группе ФК III–IV по сравнению с группой ФК I–II.

3. Наиболее сильно наличие ЛГ влияет на ВСР на части ритмограммы без ДИР. Это проявляется в следующем. Во-первых, достоверность снижения параметра СВВР1 в подгруппах с ЛГ по сравнению с соответствующими подгруппами группы Контроля появляется чаще, чем достоверность снижения параметров СВВР и СВВР2. Более того, если есть достоверность снижения хотя бы одного из параметров СВВР и СВВР2, то обязательно есть достоверность снижения и соответствующего параметра СВВР1. Во-вторых, достоверность снижения СВВР1

в любой подгруппе ЛГ по сравнению с соответствующей подгруппой группы Контроля никогда не бывает ниже и чаще всего оказывается выше, чем достоверность снижения соответствующего параметра СВВР или СВВР2.

Влияние легочной гипертензии на параметры ВСР, отвечающей различным диапазонам изменения ЧСС

В таблицах 4–7 приведены среднегрупповые значения ВКРМ, ВКРМ1 и ВКРМ2 для подгрупп возрастов 18–29 лет (табл. 4), 30–39 лет (табл. 5), 40–49 лет (табл. 6) и 50–59 лет (табл. 7), отвечающие выбранным диапазонам ЧСС для возрастных подгрупп групп Контроля, всей ЛГ, ИЛГ, ХТЭЛГ, ФК I–II и ФК III–IV.

Наиболее важные результаты, отраженные в таблицах 4–7, состоят в следующем.

1. *ХТЭЛГ и ИЛГ влияют на основные параметры ВСР в различных диапазонах изменения ЧСС примерно одинаково.* В частности, в подгруппах возрастов до 50 лет всей группы ЛГ, группы ИЛГ и группы ХТЭЛГ имеет место тенденция к снижению ВКРМ, ВКРМ1 и ВКРМ2 по сравнению с соответствующими подгруппами группы контроля во всех диапазонах изменения ЧСС. В подгруппах возрастов 40–49 лет из этой тенденции было два исключения в группе ИЛГ: параметр ВКРМ1 в диапазоне тахикардии и параметр ВКРМ2 в диапазоне 93–105 уд/мин. В подгруппах возрастов 50–59 лет тенденция к снижению ВСР по сравнению с группой Контроля нарушалась в большинстве диапазонов ЧСС и во всех трех группах в диапазоне брадикардии.

2. *Нарастание ФК ЛГ в возрастных подгруппах до 50 лет стимулирует снижение параметров ВСР в большинстве диапазонов изменения ЧСС.* В подгруппах возрастов до 40 лет среднегрупповые значения ВКРМ, ВКРМ1 и ВКРМ2 в группе ФК I–II превышали соответствующие значения в группе ФК III–IV в большинстве диапазонов изменения ЧСС за исключением диапазона тахикардии для подгрупп 18–29 лет и диапазонов >93 уд/мин для подгрупп 30–39 лет. В подгруппах 40–49 лет тенденция к снижению при нарастании ФК ЛГ нарушалась только в диапазонах низких ЧСС для

Таблица 4
Среднегрупповые значения параметров ВКРМ, ВКРМ1 и ВКРМ2 в возрастных подгруппах 18–29 лет

Группы	Контр (n = 25)	ЛГ (n = 36)	ИЛГ (n = 33)	ХТЭЛГ (n = 3)	ФК I–II (n = 19)	ФК III–IV (n = 17)
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ, мс					
>105	218	139++	140++	125**	128++	152+
105–93	398	220++	217++	245**	228++	210++
92–84	591	325++	320++	379	325++	324++
83–76	814	453++	443++	556	472+	430+
75–69	1015	626+	613+	767	700*	543+
68–64	1216	818**	797**	1054	940	682**
63–59	1549	1127*	1101*	1370	1277	933**
<59	2025	1625	1607	1766	1782	1396*
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ1, мс					
>105	205	135++	136++	125+	126++	144+
93–105	380	211++	208++	243**	223++	198++
84–92	555	301++	294++	372	312++	288++
76–83	741	417++	406++	539	443+	388++
69–75	910	569+	555+	723	651*	476+
64–68	1058	705+	682+	956	799*	605+
59–63	1350	904**	858**	1279	1049	736+
<59	1699	1230*	1183*	1528	1365	1096*
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ2, мс					
>105	365	255+	255+		284	227++
93–105	559	361++	363++	344**	381++	333++
84–92	728	521++	519++	537	550**	487+
76–83	946	621++	618++	653	659**	573+
69–75	1144	762+	753+	853	846*	662+
64–68	1329	977**	964**	1119	1061	877**
59–63	1622	1221*	1200*	1421	1396	1007**
<59	2085	1794	1786	1855	1997	1516*

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, + – $p < 0,001$, ++ – $p < 0,0001$.

Таблица 5
Среднегрупповые значения параметров ВКРМ, ВКРМ1 и ВКРМ2 в возрастных подгруппах 30–39 лет

Группы	Контр (n = 19)	ЛГ (n = 50)	ИЛГ (n = 46)	ХТЭЛГ (n = 4)	ФК I–II (n = 26)	ФК III–IV (n = 24)
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ, мс					
>105	190	147**	146**	149*	150*	141+
105–93	321	210++	213+	182**	207++	214**
92–84	468	269++	269++	271*	284++	252++
83–76	618	355++	354++	367*	385+	322++
75–69	723	490+	489**	500	518**	461**
68–64	895	609**	598+	736	648*	567+
63–59	1144	798**	786**	914	847*	747**
<59	1496	1165	1189	972	1285	1031*
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ1, мс					
>105	180	135++	134++	147	137+	133+
93–105	314	199++	200++	179**	201++	196++
84–92	452	255++	255++	256**	274++	234++
76–83	584	334++	334++	327*	365++	301++
69–75	690	449+	454+	402*	478**	420+
64–68	810	544+	542**	572	589*	497+
59–63	1032	687**	693**	614	752*	616+
<59	1350	882**	900**	691	953*	798**
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ2, мс					
>105	315	268	265	289	256	284
93–105	487	348+	355**	292**	332+	369*
84–92	606	428++	432+	394*	437+	419+
76–83	761	501++	500++	509*	539+	461++
69–75	838	658**	657**	661	686*	628**
64–68	1070	764+	754+	868	806**	721+
59–63	1271	920**	912**	1000	966*	869**
<59	1601	1252*	1271	1103	1384	1105*

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, + – $p < 0,001$, ++ – $p < 0,0001$.

Таблица 6
Среднегрупповые значения параметров ВКРМ, ВКРМ1 и ВКРМ2 в возрастных подгруппах 40–49 лет

Группы	Контр (n = 17)	ЛГ (n = 62)	ИЛГ (n = 44)	ХТЭЛГ (n = 18)	ФК I–II (n = 36)	ФК III–IV (n = 26)
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ, мс					
>105	147	139	145	124	145	131
105–93	230	199	219	152+	201	197
92–84	339	262*	290	195++	270*	251
83–76	468	335**	363*	262+	346**	319**
75–69	590	446*	483	352**	477*	398*
68–64	704	606	630	537	642	554
63–59	840	878	923	640	801	1013
<59	1173	1155	1177	1005	1057	1313
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ1, мс					
>105	137	138	143	123	142	129
93–105	225	184*	199	150++	194	171**
84–92	329	239+	261**	183++	257**	213++
76–83	447	306+	330**	244+	329**	273++
69–75	560	400**	434*	313**	442*	334+
64–68	674	493**	532*	373**	554*	407+
59–63	800	638*	653*	561	707	509**
<59	1022	792*	794*	782	872	662**
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ2, мс					
>105	265	238	255	212	255	211
93–105	349	308	352	216+	315	300
84–92	485	407	448	318**	416	395
76–83	618	486*	511*	418**	494**	474*
69–75	743	614	652	506*	618*	606
64–68	826	828	826	833	818	842
59–63	963	1036	1065	864	935	1200
<59	1317	1281	1305	1128	1133	1513

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, +- $p < 0,001$, ++ – $p < 0,0001$.

Таблица 7
Среднегрупповые значения параметров ВКРМ, ВКРМ1 и ВКРМ2 в возрастных подгруппах 50–59 лет

Группы	Контр (n = 6)	ЛГ (n = 76)	ИЛГ (n = 43)	ХТЭЛГ (n = 33)	ФК I–II (n = 28)	ФК III–IV (n = 48)
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ, мс					
>105	163	205	248	149	132	249
105–93	241	259	286	224	164*	315
92–84	321	339	378	291	258	388
83–76	391	495	605	352	371	568
75–69	482	545	631	430	448	602
68–64	546	488	449	541	572	436
63–59	632	625	535	747	751	547
<59	743	886	793	1011	959	841
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ1, мс					
>105	155	172	198	137	127	198
93–105	234	180	180*	179	152**	197
84–92	313	209+	208++	211**	200+	215**
76–83	374	260**	264**	255**	281*	248+
69–75	461	319**	317**	321**	357	296+
64–68	520	398	382*	420	463	358**
59–63	601	505	445	586	588	454
<59	672	618	518	752	696	570
Диапазон ЧСС, уд/мин	ВКРМ2, мс					
>105	302	275	337	223	171*	340
93–105	347	369	407	325	241	441
84–92	423	521	568	462	411	578
76–83	523	767	934	537	545	901
69–75	645	810	965	599	612	925
64–68	773	683	625	765	748	643
59–63	834	789	725	875	871	738
<59	941	1128	1084	1189	1168	1105

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, +- $p < 0,001$, ++ – $p < 0,0001$.

параметра ВКРМ2. И только в подгруппах 50–59 лет эта тенденция менялась на противоположную в большинстве диапазонов изменения ЧСС для всех изучаемых параметров.

3. В возрастных до 40 лет в большинстве диапазонов ЧСС выявлялась достоверность снижения параметров ВСР в группах ЛГ по сравнению с группой контроля.

4. В возрастных 40–49 лет в большинстве диапазонов ЧСС тенденция к снижению параметров ВСР в группах ЛГ сохранялась, а достоверность различий во многих диапазонах снижалась или пропадала.

5. В возрастных 50–59 лет характер влияния ЛГ на ВСР менялся существенно. В большинстве диапазонов в группах ЛГ достоверность различий между группами ЛГ и группой Контроля снижалась или пропадала, а для параметров ВКРМ2 и ВКРМ тенденция к снижению параметров ВСР менялась на тенденцию к их нарастанию в диапазонах высоких и низких ЧСС.

6. Во всех без исключения группах ЛГ, в которых какой-либо из исследуемых параметров снижался достоверно по сравнению с соответствующей подгруппой группы Контроля, максимальная достоверность снижения этого параметра достигалась в диапазонах ЧСС, превышающих 75 уд/мин.

7. Во всех без исключения группах ЛГ и всех диапазонах изменения ЧСС наиболее сильно наличие ЛГ влияет на ВСР на части ритмограммы без ДИР. В тех диапазонах ЧСС, где была достоверность снижения хотя бы одного из параметров ВКРМ или ВКРМ2 в подгруппах с ЛГ по сравнению с соответствующими подгруппами группы Контроля, всегда была и достоверность снижения параметра ВКРМ1. Во многих диапазонах ЧСС достоверность снижения появлялась только у параметра ВКРМ1. Кроме того, в любой подгруппе ЛГ и в любом диапазоне изменения ЧСС достоверность снижения ВКРМ1 по сравнению с соответствующей подгруппой группы Контроля никогда не была ниже и часто оказывалась выше, чем достоверность снижения соответствующего параметра ВКРМ или ВКРМ2.

Заключение

Приведенные результаты позволяют сделать ряд выводов о влиянии легочной гипертензии на параметры суточной ВСР.

1. Появление ИЛГ, ХТЭЛГ и нарастание ФК ЛГ при этих заболеваниях примерно одинаково влияют как на параметры, характеризующие суточную ВСР в целом, так и на параметры ВСР, отвечающие различным диапазонам изменения ЧСС.
2. Влияние ЛГ на ВСР явно зависит от двух факторов: возраста пациента и тяжести заболевания, характеризующей ФК ЛГ. В возрасте до 40 лет и появление ЛГ и нарастание ФК ЛГ порождает тенденцию к снижению как на части ритмограммы без ДИР, так и на части ритмограммы с ДИР. В возрастных группах старше 40 лет эта тенденция начинает ослабевать, а в возрастных группах 50–59 лет на части ритмограммы с ДИР меняется на тенденцию к нарастанию ВСР при усилении тяжести заболевания.
3. Наиболее явно влияние ЛГ на ВСР проявляется в виде снижения ВСР на участках ритмограммы без ДИР. Это относится как ко всей суточной ритмограмме, так и к участкам ритмограммы, отвечающим всем исследованным нами диапазонам изменения ЧСС в течение суток.
4. Влияние ЛГ на ВСР наиболее выражено в диапазонах ЧСС >75 уд/мин. Такая ЧСС появляется в основном при активной жизнедеятельности пациента.
5. Представляет несомненный интерес использование полученных данных при анализе связи динамики суточной ВСР с динамикой параметров функционального состояния больного ЛГ (в частности ФК ЛГ и результатов Т6МХ), а также с динамикой результатов медикаментозной и интервенционной терапии по данным инструментального обследования больного.

Список литературы / References

1. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task force of the European society of cardiology and the North American society of pacing and electrophysiology. // *Eur Heart J.* – 1996. – Vol. 17. – P. 354–381.
2. ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography: executive summary and recommendations: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association task force on practice guidelines (Committee to revise the guidelines for ambulatory electrocardiography) developed in collaboration with the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* – 1999. – Vol. 100. – P. 886–893.
3. Курбонбекова Н.Х., Каспарова А.М., Кожемьякина Е.Ш., и др. Оценка вариабельности сердечного ритма у пациентов с различными формами легочной гипертензии. // *Системные гипертензии.* – 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 147–152. doi.org/10.26442/2075082X.2021.3.201066.
4. Kurbonbekova N. Kh., Kasparova A. M., Kozhemyakina E. Sh., et al. Evaluation of heart rate variability in patients with various forms of pulmonary hypertension. // *Systemic hypertension.* – 2021. – Т. 18. – No. 3. – S. 147–152. doi.org/10.26442/2075082X.2021.3.201066.
5. Соболев А.В., Лютикова Л.Н., Рыбыкина Г.В., и др. Вариация ритмограммы как новый метод оценки вариабельности сердечного ритма. // *Кардиология.* – 1996. – № 4. – С. 27–32.
6. Soboлев A. V., Lyutikova L. N., Ryabykina G. V., et al. Rhythmogram variation as a new method for assessing heart rate variability. // *Cardiology.* – 1996. – No. 4. – S. 27–32.
7. Соболев А.В. Новый подход к оценке индивидуальной суточной вариабельности ритма сердца у пациента. // *Кардиология.* – 2003. – № 8. – С. 16–21.
8. Soboлев A. V. A new approach to assessing individual daily heart rate variability in a patient. // *Cardiology.* – 2003. – No. 8. – S. 16–21.
9. Рыбыкина Г.В., Соболев А.В. Мониторирование ЭКГ с анализом вариабельности ритма сердца. – Москва. Медпрактика. 2005; 222 с.
10. Ryabykina G. V., Soboлев A. V. ECG monitoring with analysis of heart rate variability. – Moscow. Medpraktika. 2005; 222 p.
11. Соболев А.В. Методы анализа вариабельности сердечного ритма на длительных промежутках времени. – Москва. Медпрактика. 2009; 172 с.
12. Soboлев A. V. Methods for analyzing heart rate variability over long periods of time. – Moscow. Medpraktika. 2009; 172 p.
13. Рыбыкина Г.В., Соболев А.В. Холтеровское и бифункциональное мониторирование ЭКГ и артериального давления. Издание второе. – Москва. Медпрактика-М. 2016; 347 с.
14. Ryabykina G. V., Soboлев A. V. Holter and bifunctional ECG and blood pressure monitoring. Second edition. – Moscow. Medpraktika-M. 2016; 347 p.
15. Соболев А.В., Рыбыкина Г.В., Кожемьякина Е.Ш. Способ количественной оценки суточной вариабельности сердечного ритма. Изобретение № 2614886, от 30.03. 2017 г.
16. A. V. Soboлев, G. V. Ryabykina, and E. Sh. Method for quantitative assessment of daily heart rate variability. *Invention No. 2614886*, dated March 30, 2017.
17. Соболев А.В., Рыбыкина Г.В., Кожемьякина Е.Ш. Новый метод анализа вариабельности синусового ритма на длительных промежутках времени, учитывающий наличие на ритмограмме двойных изломов // *Современная функциональная диагностика.* – 2017. – № 1. – С. 22–26.
18. A. V. Soboлев, G. V. Ryabykina, and E. Sh. A new method for analyzing sinus rhythm variability over long periods of time, taking into account the presence of double breaks in the rhythmogram // *Modern functional diagnostics.* – 2017. – No. 1. – S. 22–26.
19. Соболев А.В., Рыбыкина Г.В., Кожемьякина Е.Ш. Специфика влияния двойных изломов ритмограммы на суточную вариабельность синусового ритма больных легочной и артериальной гипертензией. *Системные гипертензии.* – 2021. – Т. 18. – № 1. – С. 43–49.
20. Soboлев A. V., Ryabykina G. V., Kozhemyakina E. Sh. The specificity of the effect of double breaks in the rhythmogram on the daily variability of sinus rhythm in patients with pulmonary and arterial hypertension. *Systemic hypertension.* – 2021. – Vol. 18. – No. 1. – P. 43–49.
21. Соболев А.В., Кожемьякина Е.Ш., Курбонбекова Н.Х., и др. Особенности суточной вариабельности синусового ритма у больных идиопатической легочной гипертензией различной тяжести. – *Кардиологический вестник.* – 2022. – № 1. – С. 58–66.
22. Soboлев A. V., Kozhemyakina E. Sh., Kurbonbekova N. Kh., et al. Features of diurnal variability of sinus rhythm in patients with idiopathic pulmonary hypertension of varying severity. – *Cardiology Bulletin.* – 2022. – No. 1. – S. 58–66.
23. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В., Валиева С.З., и др. Евразийские клинические рекомендации по диагностике и лечению легочной гипертензии. – *Евразийский кардиологический журнал.* – 2020. – № 1. – С. 78–122. doi: 10.24411/2076-4766-2020-10002.
24. Chazova I. E., Martynyuk T. V., Valieva S. Z., et al. Eurasian clinical guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. – *Eurasian Cardiology Journal.* – 2020. – No. 1. – S. 78–122. doi: 10.24411/2076-4766-2020-10002.
25. McLaughlin VV, McGoon MD. Pulmonary arterial hypertension // *Circulation.* – 2006. – Vol. 114(13). – P. 1417–1431.
26. Olsson KM, Meyer B, Hinrichs J, et al. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension // *DtschArztebl Int.* – 2014. – Vol. 111. – № 50. – P. 856–862.
27. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В. Легочная гипертензия. – Москва. Практика. 2015; 928с.
28. Chazova I. E., Martynyuk T. V. Pulmonary hypertension. – Moscow. Practice. 2015; 928s.
29. Delcroix M., Kerr K., Fedullo P. Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension Epidemiology and Risk Factors // *Ann Am Thorac Soc.* – 2016. – Vol. 13. – № 3. – P. S201–S206.

Статья поступила / Received 12.04.2022

Получена после рецензирования / Revised 17.04.2022

Принята к публикации / Accepted 18.04.2022

Сведения об авторах

Соболев Александр Владимирович, д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории ЭКГ. E-mail: ecg.newtekh@gmail.com, Soboлев@dms-at.ru. ORCID: 0000-0002-8040-0770

Кожемьякина Елена Шамильевна, программист лаборатории ЭКГ. ORCID: 0000-0002-9349-0998

Курбонбекова Насиба Ходжамирновна, аспирант отдела легочной гипертензии и заболеваний сердца. ORCID: 0000-0002-8065-0403

Каспарова Анна Михайловна, врач-кардиолог 2-го клинического отделения отдела легочной гипертензии и заболеваний сердца. ORCID: 0000-0002-2935-481X

Мартынюк Тамила Витальевна, д.м.н., руководитель отдела легочной гипертензии и заболеваний сердца. ORCID: 0000-0002-9022-8097

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва

Автор для переписки: Соболев Александр Владимирович. E-mail: ecg.newtekh@gmail.com, Soboлев@dms-at.ru

Для цитирования: Соболев А.В., Кожемьякина Е.Ш., Курбонбекова Н.Х., Каспарова А.М., Мартынюк Т.М. Влияние легочной гипертензии различной тяжести на характеристики суточной вариабельности синусового ритма. *Медицинский алфавит.* 2022; (10): 27–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-27-33>.

About authors

Soboлев Alexander V., Doctor of Technical Sciences, leading researcher of the ECG Laboratory. E-mail: ecg.newtekh@gmail.com, Soboлев@dms-at.ru. ORCID: 0000-0002-8040-0770

Kozhemyakina Elena Sh., ECG laboratory programmer. ORCID: 0000-0002-9349-0998

Kurbonbekova Nasiba Kh., graduate student at Dept of Pulmonary Hypertension and Heart Diseases. ORCID: 0000-0002-8065-0403

Kasparova Anna M., cardiologist, 2nd clinical unit at Dept of Pulmonary Hypertension and Heart Diseases. ORCID: 0000-0002-2935-481X

Martynyuk Tamila V., MD, head of Dept of Pulmonary Hypertension and Heart Diseases. ORCID: 0000-0002-9022-8097

National Medical Research Center of Cardiology named after Academician E.I. Chazov, Moscow, Russia

Corresponding author: Soboлев Alexander V. E-mail: ecg.newtekh@gmail.com, Soboлев@dms-at.ru

For citation: Soboлев A. V., Kozhemyakina E. Sh., Kurbonbekova N. Kh., Kasparova A. M., Martynyuk T. V. Impact of pulmonary hypertension of varying severity on the characteristics of the daily variability of the sinus rhythm. *Medical alphabet.* 2022; (10): 27–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-27-33>.



Возрастная динамика показателей проведения по кортико-лингвальному пути у здоровых детей

В. Б. Войтенков^{1,2}, В. Н. Команцев³, Е. В. Екушева^{2,4}, А. В. Климкин¹, М. А. Бедова¹

¹ФГБУ «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург

²Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Москва

³ФГБУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов», Санкт-Петербург

⁴ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель работы: определить характеристики вызванного моторного ответа с мышц языка у здоровых детей различного возраста при диагностической транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС).

Материалы и методы. Обследовано 40 здоровых детей в возрасте от 2 до 17 лет (14 девочек и 26 мальчиков), не имеющих неврологических заболеваний и нарушения речи. Обследование включало выполнение диагностической ТМС с использованием одноимпульсного протокола. Проводилась стимуляция прецентральной извилины с наложением кольцевого койла 150 см в проекции точки Fz по международной схеме «10–20». Поверхностный отводящий электрод с фиксированным межэлектродным расстоянием накладывался на язык по центральной линии.

Результаты. Вызванные моторные ответы (ВМО) с языка были получены у 100% лиц, участвовавших в исследовании. Были установлены следующие характеристики ВМО: средняя амплитуда $0,76 \pm 0,24$ мВ и средняя латентность $6,29 \pm 0,64$ мс. Гендерных различий у детей не установлено, как и различий по амплитуде ВМО между детьми разного возраста. При сравнении параметров ВМО были выявлены достоверное увеличение латентности ВМО в группе детей старше 5 лет в сравнении с младшей возрастной группой ($p < 0,05$).

Заключение. В здоровой педиатрической популяции между детьми младшего и старшего возраста наблюдаются достоверные различия латентностей ВМО мышц языка. Это может отражать происходящие с возрастом изменения – удлинение проводника вследствие роста нервной системы. Полученные нормативные данные могут применяться в качестве инструмента объективной оценки проведения по кортико-лингвальному пути у детей с различными патологическими нарушениями речи.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: язык, нормативные данные, транскраниальная магнитная стимуляция, вызванный моторный ответ

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Age dynamic of the motor evoked potential from the tongue in healthy children

V. B. Voitenkov^{1,2}, V. N. Komantsev³, E. V. Ekusheva^{2,4}, A. V. Klimkin¹, M. A. Bedova¹

¹Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases, St-Petersburg, Russia

²Federal Research and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agencies, Moscow, Russia

³St. Petersburg Institute for Postgraduate Medical Experts, Saint-Petersburg, Russia

⁴Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

SUMMARY

Our aim was to determine parameters of motor evoked potential (MEP) from the tongue in healthy children of different age.

Methods. 40 healthy children (age range from 2 years old to 17 years, 14 females & 26 males) were enrolled. All underwent diagnostic TMS, single-pulse protocol, 150-sm round coil, Neiro-MS-D device. Coil was placed on Fz point, registration was performed by the surface electrode on the middle line of the tongue.

Results. MEPs were registered in all cases, its average latency was $6,29 \pm 0,64$ ms, average amplitude – $0,76 \pm 0,24$ μ V. There were neither gender differences nor amplitude. Significant age difference ($p < 0,001$) was registered between young children (age 2–5 years) and two older groups on latency.

Conclusion. There is a significant age difference in MEPs' latency between young children and older group. This may be associated with age elongation of the conductors due to the growth of the nervous system. The obtained normative data can be used as a tool for an objective assessment in children with various pathological speech disorders.

KEY WORDS: tongue, normative data, transcranial magnetic stimulation, children, motor evoked potential.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Язык – орган, участвующий в ряде важнейших для человека действий, таких как, например, восприятие вкуса и речь. Кортико-лингвальный путь (КЛП) представлен центральным и периферическим

участками [1]. С возрастом у здоровых лиц определяется постепенное уменьшение функциональной активности языка, выражающееся в ослаблении его средней и максимальной мышечной силы [2, 3]. Функциональное

исследование языка носит комплексный характер, включает в себя как проведение неврологического осмотра (оценка положения, подвижности языка, наличие дизартрии, выявление атрофии и фасцикуляций), равно как и применение ряда инструментальных методов исследования.

Одной из нейрофизиологических методик, применяемых для неинвазивной функциональной оценки состояния КЛП, является диагностическая транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС). Известно, что между детьми 2–17 лет и более старшими здоровыми лицами (18–55 и 56–75 лет) регистрируются достоверные отличия по показателям амплитуды и латентности ВМО с языка [4]. Однако, на сегодняшний день, по имеющимся у нас сведениям, не разработаны данные, как по нормативным параметрам ВМО языка у детей, так и по оценке групповых различий и возрастной динамики показателей проведения по КЛП у детей разных возрастных групп. Данная работа продолжает предшествующую, в которой оценивались нормативные показатели у взрослой популяции здоровых лиц [4]. В настоящем исследовании мы даём данные по детской (2–17 лет) популяции.

Цель работы: определить характеристики вызванного моторного ответа с мышц языка у здоровых детей различного возраста при диагностической ТМС.

Материалы и методы

В данном исследовании принимали участие 40 здоровых детей в возрасте от 2 до 17 лет (14 девочек и 26 мальчиков), без признаков неврологических заболеваний и нарушения речи. Все участники и/или их законные представители подписывали добровольное информированное согласие об участии в исследовании, его цель была полностью им разъяснена. Все дети были разделены на подгруппы по возрасту: дети 2–5 лет ($n=11$), 6–12 лет ($n=13$) и 13–17 лет ($n=16$). Обследование всех детей включало выполнение диагностической ТМС с использованием одноимпульсного протокола. Проводилась стимуляция прецентральной извилины с наложением кольцевого койла 150 см в проекции точки Fz по международной схеме «10–20» (при применении койла данного типа у детей достигается двусторонняя стимуляция). Поверхностный отводящий электрод ЭП-1 с фиксированным межэлектродным расстоянием располагался на языке по центральной линии, заземляющий электрод на правой руке (рис. 1). ТМС проводилась с нарастающей интенсивностью стимулов до достижения 100 % мощности индуктора или до получения ВМО максимальной амплитуды. Регистрация повторялась не менее 5 раз с усреднением полученных результатов. Все исследования выполнялись на одном и том же приборе (Нейро-МС-Д, производитель «Нейрософт», Иваново). Учитывались воспроизводимые ВМО с максимальной амплитудой, латентность рассчитывалась от момента подачи стимула до отклонения от изолинии зарегистрированного ВМО. При проведении исследования



Рисунок 1. Положение койла и расположение электродов при диагностической транскраниальной магнитной стимуляции языка.

следовали рекомендациям ведущих международных экспертов [5].

Статистическая обработка результатов проводилась с применением программы Microsoft Excel и Statistica 10 для Windows 7; использовались методы описательной статистики, достоверность различий между группами оценивалась с помощью непараметрических критериев.

Результаты

ВМО с языка были получены у 100 % лиц, участвовавших в исследовании. Были установлены следующие характеристики ВМО: амплитуда средняя $0,76 \pm 0,24$ мВ и латентность средняя $6,29 \pm 0,64$ мс.

Гендерных различий у детей не установлено, как и различий по амплитуде ВМО между детьми разного возраста. При сравнении параметров ВМО были выявлено достоверное увеличение латентности ВМО в группе детей старше 5 лет в сравнении с младшей возрастной группой ($p < 0.05$), (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики вызванного моторного ответа с языка и их зависимость от возраста при диагностической транскраниальной магнитной стимуляции у здоровых детей

Возрастная группа обследуемых, n = 62	Латентность ВМО, мс	Амплитуда ВМО, мВ
Дети 2–5 лет (n = 11)	4,49 ± 0,31	0,56 ± 0,31
Лица 6–12 лет (n = 13)	6,29 ± 0,54**	0,77 ± 0,61
Лица 13–17 лет (n = 16)	6,97 ± 0,38**	0,88 ± 0,42

Примечание: ** – $p < 0.05$ по сравнению с детьми 2–5 лет.

Обсуждение

Результаты нашего исследования продемонстрировали, что определенное положение кольцевого койла (Fz при кортикальной стимуляции), использование определенного типа и конфигурации электродов у детей позволяет зарегистрировать воспроизводимый ВМО с мышц языка. Полученные показатели ВМО могут быть использованы в качестве референсных значений. При данном варианте проведения исследования изучению подлежит характер проведения на всем протяжении КЛП от моторной коры до мышцы-эффектора.

Применяемая нами методика диагностической ТМС отличается от ранее предлагавшихся тем, что, во-первых, не требует систем фиксации регистрирующего электрода к языку. Также этот вариант исследования занимает меньше времени (не более 5 минут) и относительно прост в выполнении [6, 7].

Полученное возрастное распределение данных в принципе характерно для нейрофизиологических параметров. Известно, что подобная динамика и различия между возрастными группами наблюдается также и при исследовании латентностей и амплитуд потенциалов действия сенсорных нервов и моторных ответов [8]. Показатели проведения по КЛП изменяются сходным образом, с максимальными значениями в группе лиц 13–17 лет.

Заключение

В здоровой педиатрической популяции между детьми младшего и старшего возраста наблюдаются достоверные различия латентностей ВМО мышц языка. Это может отражать происходящие с возрастом изменения – удлинение проводника вследствие роста нервной системы. Полученные нормативные данные могут применяться в качестве инструмента объективной оценки проведения по КЛП у детей с различными патологическими нарушениями речи.

Список литературы / References

- Карлов В. А., Шкловский В. М., Золовкина В. С. Развитие представлений об организации речевой системы. Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2017;117(5):4–8.
Karlov V. A., Shklovsky V. M., Zolovkina V. S. Development of ideas about the organization of the speech system. Journal of Neurology and Psychiatry. C. C. Korsakov. 2017;117(5):4–8 (In Russ.).
- Hara K., Tohara H., Kobayashi K. et al. Age-related declines in the swallowing muscle strength of men and women aged 20–89 years: A cross-sectional study on tongue pressure and jaw-opening force in 980 subjects. Arch Gerontol Geriatr. 2018;78:64–70.
- Peladeau-Pigeon M., Steele C. M. Age-Related Variability in Tongue Pressure Patterns for Maximum Isometric and Saliva Swallowing Tasks. Speech Lang Hear Res. 2017;60(11):3177–3184.
- Войтенков В. Б., Команцев В. Н., Климин А. В., Бедова М. А., Екушева Е. В., Скрипченко Н. В., Григорьев С. Г. Показатели вызванного моторного ответа с языка при транскраниальной магнитной стимуляции в норме. Медицинский алфавит. 2020;9:24–28.
Voitenkov V. B., Komantsev V. N., Klimkin A. V. et al. Age-related dynamics of indicators of the evoked motor response from the tongue in healthy people. Medicinskiy Alfavit. 2020;9:24–28. (In Russ.).
- Chen S., Andary M., Buschbacher R. et al. Electrodiagnostic reference values for upper and lower limb nerve conduction studies in adult populations. Muscle Nerve. 2016;54(3):371–377.
- Lo Y. L., Fook-Chong S. Magnetic brainstem stimulation of the hypoglossal nerve in normal subjects. Eur J Neurol. 2006;13:419–422.
- Meyer B. U., Liebsch R., Röricht S. Tongue motor responses following transcranial magnetic stimulation of the motor cortex and proximal hypoglossal nerve in man. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1997;105(1):15–23.
- Voitenkov V. B., Komantsev V. N., Skripchenko N. V. et al. Age-related changes of peripheral nerve system and muscles of the limbs in healthy persons. Adv Gerontol. 2017;30(1):78–83.

Статья поступила / Received 13.04.2022

Получена после рецензирования / Revised 14.04.2022

Принята к публикации / Accepted 14.04.2022

Сведения об авторах

Войтенков Владислав Борисович, к.м.н., зав. отделением функциональной диагностики¹, доцент кафедры нервных болезней и нейрореабилитации². E-mail: vlad203@inbox.ru. ORCID: 0000-0003-0448-7402

Команцев Владимир Николаевич, д.м.н., профессор кафедры неврологии, медико-социальной экспертизы и реабилитации³. E-mail: emger@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2646-9790

Екушева Евгения Викторовна^{2,4}, д.м.н., профессор, зав. кафедрой нервных болезней и нейрореабилитации Академии постдипломного образования². E-mail: ekushevaev@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3638-6094

Климин Андрей Васильевич, к.м.н., и.о. руководителя научно-исследовательского отдела функциональных и лучевых методов диагностики¹. E-mail: klinkinpark@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6180-4403

Бедова Мария Алексеевна, младший научный сотрудник научно-исследовательского отдела функциональных и лучевых методов диагностики¹. E-mail: dr.bedova@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-8924-5300

About authors

Voitenkov Vladislav B., PhD Med, head. of Dept of Functional Diagnostics¹, associate professor at Dept of Nervous Diseases and Neurorehabilitation². E-mail: vlad203@inbox.ru. ORCID: 0000-0003-0448-7402

Komantsev Vladimir N., DM Sci (habil.), professor at Dept of Neurology, Medical and Social Expertise and Rehabilitation³. E-mail: emger@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2646-9790

Ekusheva Evgenia V.^{2,4}, DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Nervous Diseases and Neurorehabilitation of the Academy of Postgraduate Education². E-mail: ekushevaev@mail.ru. ORCID: 0000-0002-3638-6094

Klimkin Andrey V., PhD Med, acting head of the Research Department of Functional and Radiation Methods of Diagnostics¹. E-mail: klinkinpark@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6180-4403

Bedova Maria A., junior researcher at Research Dept of Functional and Radiation Diagnostic Methods¹. E-mail: dr.bedova@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-8924-5300

¹Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases, St-Petersburg, Russia

²Federal Research and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agencies, Moscow, Russia

³St. Petersburg Institute for Postgraduate Medical Experts, Saint-Petersburg, Russia

⁴Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Corresponding author: Voitenkov Vladislav B. E-mail: vlad203@inbox.ru

Автор для переписки: Войтенков Владислав Борисович. E-mail: vlad203@inbox.ru

Для цитирования: Войтенков В. Б., Команцев В. Н., Екушева Е. В., Климин А. В., Бедова М. А. Возрастная динамика показателей проведения по кортико-лингвальному пути у здоровых детей. Медицинский алфавит. 2022; (10): 34–36. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-34-36>

For citation: Voitenkov V. B., Komantsev V. N., Ekusheva E. V., Klimkin A. V., Bedova M. A. Age dynamic of the motor evoked potential from the tongue in healthy children. Medical alphabet. 2022; (10): 34–36. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-34-36>



Серия транскраниальных магнитных стимуляторов «Нейро-МС/Д» для диагностических, терапевтических и исследовательских целей



Магнитный стимулятор «Нейро-МС/Д» состоит из отдельных блоков:

основного блока

блока расширения

блока охлаждения

дополнительного блока питания



Модульная архитектура позволяет комбинировать блоки для получения конфигурации, соответствующей именно вашим потребностям

- ▶ Амплитуда магнитной индукции — до 4 Тл
- ▶ Количество подаваемых во время одного сеанса стимулов — до 10 000
- ▶ Типы стимуляции: монофазная, бифазная, theta-burst (TBS), парная
- ▶ 2-канальный миограф для регистрации порога моторного ответа
- ▶ Режим отложенной зарядки
- ▶ Программное обеспечение «Нейро-МС.NET» для управления магнитным стимулятором
- ▶ Набор различных видов индукторов (неохлаждаемые, охлаждаемые, плацебо-индукторы)
- ▶ Несколько вариантов комплектования
- ▶ Возможность использования в плацебо-контролируемых научных исследованиях благодаря наличию плацебо-койлов

Области применения:

- ▶ неврология
- ▶ эпилептология
- ▶ психиатрия
- ▶ травматология и ортопедия
- ▶ научные исследования



Нейрософт

www.neurosoft.com, info@neurosoft.com
+7 4932 95-99-99

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

Хирургическая коррекция врожденного порока сердца (дефект межпредсердной перегородки) при ВИЧ-инфекции

А. Е. Андреева, С. Ю. Бартош-Зеленая, Т. В. Найденов, Л. А. Алетдинова, К. В. Кузнецов

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова», Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Представлен клинический случай успешного хирургического лечения длительно существовавшего гемодинамически значимого врожденного порока сердца (вторичного дефекта межпредсердной перегородки и пульмонального стеноза с вторичной трикуспидальной недостаточностью) у пациента с ВИЧ-инфекцией после коррекции иммунодефицитного статуса и ликвидации вирусной нагрузки по ВИЧ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дефект межпредсердной перегородки, пульмональный стеноз, ВИЧ-инфекция.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Surgical correction of congenital heart disease (atrial septal defect) in HIV patient

A. E. Andreeva, S. Yu. Bartosh-Zelenaya, T. V. Naiden, L. A. Aletdinova, K. V. Kuznetsov

North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

SUMMARY

Presented clinical case demonstrates a successful surgical treatment results of long-term existing hemodynamically significant congenital heart disease (secondary atrial septal defect and pulmonary stenosis with secondary tricuspid regurgitation) in a patient with HIV infection after correction the immunodeficiency status and reducing the viral load.

KEY WORDS: atrial septal defect, pulmonary stenosis, HIV infection.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

В настоящее время, согласно данным Нью-Йоркского Института ВИЧ-инфекции (NYSDOH AI, 2021), в рамках стандартного предоперационного обследования пациентов с вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ) перед плановыми операциями необходимо оценить вирусную нагрузку ВИЧ в течение предыдущих 6 месяцев и количество CD4-лимфоцитов в течение предыдущего года. В том случае, если пациент принимает антиретровирусную терапию (АРВТ) и имеет вирусную нагрузку ВИЧ <200 копий/мл, а количество CD4-лимфоцитов составляет >200 клеток/мм³, рекомендовано придерживаться хирургической тактики, как и в случае с не ВИЧ-инфицированным пациентом. Если клинический ВИЧ-статус пациента предполагает повышенный риск хирургических осложнений (например, неподавленная вирусная нагрузка ВИЧ) или низкое количество CD4-лимфоцитов, следует оптимизировать лечение пациента, а также оценить вероятные сроки улучшения клинического статуса по ВИЧ-инфекции. В том случае, если есть основания полагать, что оптимизированная АРВТ улучшит клиническое состояние пациента в течение приемлемого периода времени, решение о проведении или об отсрочке плановой операции принимается совместно с пациентом при условии его полного информирования о преимуществах и любых потенциальных рисках операции [1].

Настоящая госпитализация пациента Ш. 53 лет в СЗГМУ им. И. И. Мечникова связана с необходимостью хирургической коррекции врожденного порока сердца (ВПС): дефекта межпредсердной перегородки. Из анамнеза: о пороке пациент знал с детства. Первое эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование выполнено в возрасте 40 лет. При ЭхоКГ выявлен вторичный дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) размером 22 мм, с гемодинамически значимым лево-правым сбросом и увеличением расчетного систолического давления в легочной артерии (СДЛА) до 60 мм рт. ст. Спустя 8 лет, в течение которых пациент Ш. за медицинской помощью не обращался, проведено дообследование в М-й областной клинической больнице, где, по данным коронарографии, патологии коронарных артерий не выявлено, а по данным эхокардиографии, подтвержден ДМПП с гемодинамически значимым сбросом слева направо, а также стеноз клапана легочной артерии (ЛА) с максимальным транспульмональным градиентом давления 45 мм рт. ст. На основании перечисленных данных определены показания к хирургической коррекции ДМПП и стеноза клапана ЛА. В связи с выявленной, по данным суточного мониторирования ЭКГ, частой желудочковой экстрасистолой, назначен пропанорм в суточной дозе 450 мг в три приема. Тогда же выявлена ВИЧ-инфекция, и назначена АРВТ в составе: тенофовир (tenofovir) 300 мг, ламивудин (lamivudine) 300 мг и эфавиренз (efavirenz)

300 мг. При выписке пациенту рекомендована госпитализация в кардиохирургический стационар с целью оперативной коррекции порока. При обращении в ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» в оперативном лечении было объективно отказано из-за высокого риска осложнений вследствие погранично низкого содержания CD4-лимфоцитов (256 клеток/мм^3) при условии недавнего (<6 мес) выявления ВИЧ-инфекции. Рекомендовано продолжить АРВТ до восстановления уровня CD4-клеток до 500 клеток/мм^3 с повторным направлением на хирургическое лечение.

На момент госпитализации *III*. предъявлял жалобы на усиление одышки (при умеренной физической нагрузке), периодически возникающее учащенное сердцебиение. При этом ВИЧ-инфекция 4А, в стадии стойкой ремиссии на фоне АРВТ (по классификации Покровского) на фоне АРВТ в течение 4-х лет.

При объективном обследовании сердечно-сосудистой системы: верхушечный толчок разлитой, смещен кнаружи от *I. medioclavicularis sinistra* на 1,5 см, определяется сердечный толчок. Перкуторно: границы сердца расширены, правая – на 1,5 см кнаружи от правого края грудины, левая – на 1,5 см кнаружи от *I. medioclavicularis sinistra*. Аускультативно: тоны сердца усилены, акцент II тона на ЛА, раздвоение I тона на верхушке и в точке Боткина-Эрба, громкий систолический шум, убывающий, не проводящийся, выслушиваемый в точке Боткина-Эрба.

По данным ЭКГ: на фоне синусового ритма выявлены одиночные предсердные экстрасистолы, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, признаки гипертрофии миокарда левого желудочка (ЛЖ), неспецифические изменения процессов реполяризации в нижних отведениях.

По данным ЭхоКГ: неувеличенный D-образный ЛЖ, парадоксальное движение межжелудочковой перегородки на фоне объемной перегрузки правых камер сердца, значительное увеличение правого желудочка (рис. 1 и 2, слева), предсердий (рис. 2, справа), гипертрофия миокарда правого желудочка (ПЖ). Глобальная сократимость ЛЖ, ПЖ сохранена (рис. 6, слева). Легочный ствол расширен (рис. 1, слева). На фоне объемной перегрузки ПЖ определяется легкий пульмональный стеноз: максимальная скорость транспульмонального кровотока увеличена до 292 см/сек. с максимальным градиентом 34 мм рт. ст. , средним градиентом 21 мм рт. ст. (рис. 4). При тщательном осмотре: клапан изменен, с участками уплотнения, над клапаном лоцируется неполная мембрана (выше клапана на 3–4 мм), перекрывающая до 1/3 просвета легочного ствола (рис. 4). В средней части межпредсердной перегородки визуализируется дефект размерами до 21–22 мм (рис. 3) со сбросом слева-направо ($Qp/Qs = 5,8$). СДЛА составило 68 мм рт. ст. (по формуле градиент скорости струи трикуспидальной регургитации + давление в правом предсердии; т.е. $53+15 \text{ мм рт. ст.}$, рис. 5, слева).

По данным коронароангиографии выявлена субокклюзия средней 1/3 правой коронарной артерии (рис. 7, слева).

Согласно рекомендациям ESC (2021), хирургическая коррекция вторичного дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП) у взрослых лиц может быть рекомендована (класс рекомендаций Па) при выявлении объемной перегрузки



Рисунок 1. Увеличение правого желудочка в парастеральном продольном сечении (справа) и ствола легочной артерии (слева). ПЖ – правый желудочек, Ао – аорта, ЛЖ – левый желудочек, ЛП – левое предсердие, ВПЖ – выходной тракт правого желудочка, ЛА – легочная артерия.



Рисунок 2. Увеличение правого желудочка в верхушечном четырехкамерном сечении (справа) и обоих предсердий (слева). ПЖ – правый желудочек, ЛЖ – левый желудочек, ЛП – левое предсердие, ПП – правое предсердие.

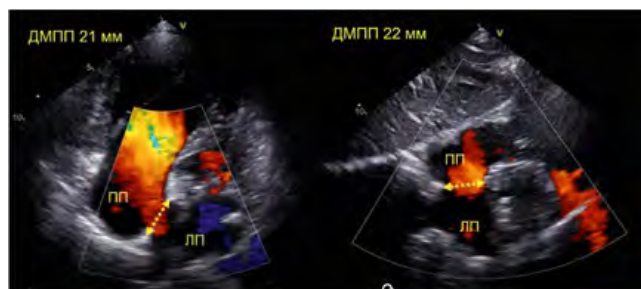


Рисунок 3. Дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) в модифицированном верхушечном сечении (справа) и в субкостальном сечении (слева).

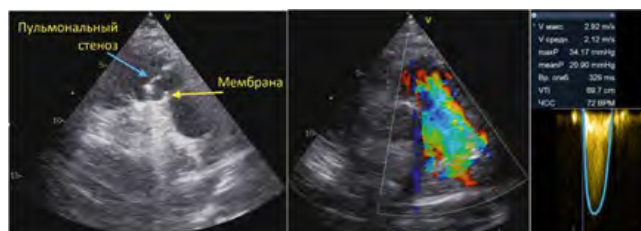


Рисунок 4. Неполная надклапанная мембрана, легкий пульмональный стеноз (справа), ускоренный кровоток через пульмональный клапан (в центре), параметры кровотока (слева).

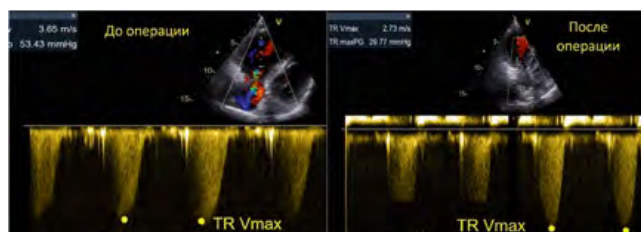


Рисунок 5. Скорость струи трикуспидальной регургитации (TR Vmax) и градиент давления (TRmax PG) до операции (слева, 53 мм рт. ст.) и после операции (справа, 30 мм рт. ст.).

правых камер сердца, а также при наличии значимого сброса крови слева-направо ($Qp/Qs > 1,5$) и отсутствии признаков легочной гипертензии или после ее лечения [2].

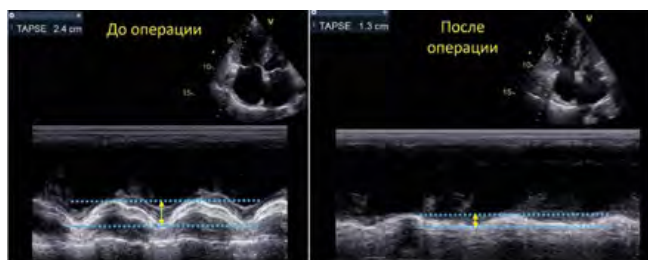


Рисунок 6. Амплитуда движения латеральной части трикуспидального кольца (TAPSE) до операции (слева, 24 мм) и после операции (справа, 13 мм).



Рисунок 7. Коронароангиография (слева): субокклюзия средней 1/3 правой коронарной артерии (красной стрелкой). Чреспищеводная эхокардиография (справа): отсутствие краев дефекта межпредсердной перегородки (желтыми стрелками), дефект межпредсердной перегородки в 4 D-режиме (синей стрелкой).

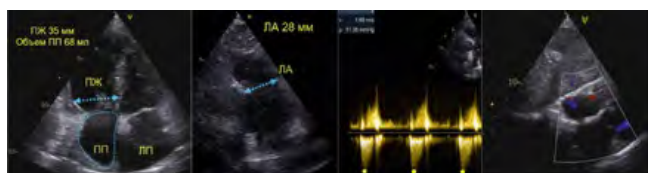


Рисунок 8. Эхокардиографические данные после операции: объем правых камер уменьшился до нормальных значений (слева), кровоток в области в ЛА меньше, ускорен незначительно до 169 см/с (по центру); межпредсердная перегородка гиперэхогенная, цельная (слева), без патологического сброса (справа).

С учетом размеров дефекта и значимости лево-правого сброса, жалоб пациента, отсутствия вирусной нагрузки по ВИЧ и достаточным содержанием CD4-лимфоцитов определены показания к хирургической коррекции ВПС в сочетании с аортокоронарным шунтированием правой коронарной артерии.

В рамках предоперационной подготовки пациент получал верошпирон (спиронолактон) 25 мг, диурвер (торасемид) 10 мг, верапамил 80 мг, а также профилактический курс бисептола, изониазида, пиразинамида и азитромицина.

Выполнение транскатетерного закрытия дефекта межпредсердной перегородки не представлялось возможным из-за данных чреспищеводной эхокардиографии – «дефицит» краев дефекта (ретроаортальный край 0–1 мм, задний край 0–1 мм, расстояние от ДМПП до нижней полой вены 4 мм (рис. 7, справа).

Объем оперативного вмешательства включил: пластику вторичного ДМПП, пластику трикуспидального кольца по де Вега, аутовенозное аортокоронарное шунтирование правой коронарной артерии.

По данным контрольного ЭхоКГ-исследования (через 10 дней после вмешательства): объем правых камер уменьшился до нормальных значений, сократимость ЛЖ (фракция выброса 65 %) сохранена, сократимость ПЖ снижена (TAPSE 13 мм, рис. 6 справа); кровоток в области в ЛА меньше, ускорен незначительно до 169 см/с (рис. 8); расчетное систолическое давление в легочной артерии – 40 мм рт. ст. (рис. 5, справа), Межпредсердная перегородка гиперэхогенная, цельная (слева), следы пластики (рис. 8, справа). Патологического сброса через МПП не выявлено. Сохраняется небольшое количество жидкости в плевральных полостях.

Таким образом, своевременное достижение ремиссии сопутствующего заболевания (ВИЧ-инфекции) позволило провести успешную хирургическую коррекцию длительно существовавшего гемодинамически значимого врожденного порока сердца (вторичного ДМПП и пульмонального стеноза с вторичной трикуспидальной недостаточностью).

Список литературы / References

1. Yan L., Ellman T., McNairy M. et al. Perioperative care in adults with HIV [Internet]. Baltimore (MD): Johns Hopkins University; 2021.
2. Baumgartner H., De Backer J., Babu-Narayan S.V. et al. ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. European Heart Journal. 2021; 42(6): 563–645.

Статья поступила / Received 15.04.2022
Получена после рецензирования / Revised 17.04.2022
Принята к публикации / Accepted 18.04.2022

Сведения об авторах

Андреева Алина Евгеньевна, зав. отделением функциональной диагностики, ассистент кафедры функциональной диагностики. E-mail: alina.andreeva@szgmu.ru

Бартош-Зеленая Светлана Юрьевна, д.м.н., проф. кафедры функциональной диагностики. E-mail: S. Bartosh-Zelenaya@szgmu.ru. ORCID: 0000-0001-7300-1942

Найден Татьяна Викторовна, к.м.н., ассистент кафедры функциональной диагностики. E-mail: tatyana.naiden@szgmu.ru. ORCID: 0000-0002-9770-472X

Алетдинова Лилия Айдаровна, врач функциональной диагностики отделения функциональной диагностики. E-mail: lilya_aletdinova@mail.ru

Кузнецов Кирилл Владимирович, зав. отделением кардиохирургии № 2.

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова», Санкт-Петербург, Россия

Автор для переписки: Андреева Алина Евгеньевна. E-mail: alina.andreeva@szgmu.ru

About authors

Andreeva Alina E., head of Dept of Functional Diagnostics, Assistant of the Department of Functional Diagnostics. E-mail: alina.andreeva@szgmu.ru

Bartosh-Zelenaya Svetlana Yu., DM Sci (habil.), professor at Dept of Functional Diagnostics. E-mail: S. Bartosh-Zelenaya@szgmu.ru. ORCID: 0000-0001-7300-1942

Found Tatyana V., PhD Med, assistant at Dept of Functional Diagnostics. E-mail: tatyana.naiden@szgmu.ru. ORCID: 0000-0002-9770-472X

Aletdinova Lilya A., physician of Functional Diagnostics at Dept of Functional Diagnostics. E-mail: lilya_aletdinova@mail.ru

Kuznetsov Kirill V., head of Dept of Cardiac Surgery № 2.

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Andreeva Alina E. E-mail: alina.andreeva@szgmu.ru

Для цитирования: Андреева А.Е., Бартош-Зеленая С.Ю., Найден Т.В., Алетдинова Л.А., Кузнецов К.В. Хирургическая коррекция врожденного порока сердца (дефект межпредсердной перегородки) при ВИЧ-инфекции. Медицинский алфавит. 2022; (10): 38–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-38-40>.

For citation: Andreeva A.E., Bartosh-Zelenaya S. Yu., Naiden T.V., Aletdinova L.A., Kuznetsov K.V. Surgical correction of congenital heart disease (atrial septal defect) in HIV patient. Medical alphabet. 2022; (10): 38–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-38-40>.



Применение эхокардиографии у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19

Н. В. Рыбалко, А. Т. Хамидова, В. М. Абухина, С. С. Петриков

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н. В. Склифосовского», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Статья освещает опыт работы врача ультразвуковой и функциональной диагностики в «красной зоне» во время пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19. Эхокардиография является обязательным диагностическим методом для оценки дисфункции правого желудочка и тяжести легочной гипертензии, острого вирусного миокардита и острого коронарного синдрома. Трансторакальная и чреспищеводная эхокардиография применяется для мониторинга за пациентом состоянием пациента при лечении методом экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) и синдроме полиорганной недостаточности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: новая коронавирусная инфекция COVID-19, трансторакальная и чреспищеводная эхокардиография, легочная гипертензия, острый вирусный миокардит, острый коронарный синдром, ЭКМО, синдром полиорганной недостаточности.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Echocardiography application in patients with COVID-19

N. V. Rybalko, L. T. Khamidova, V. M. Abuchina, S. S. Petrikov

N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

SUMMARY

The article highlights the experience of ultrasound and functional diagnostics imaging doctor's work in the «red zone» at the time of new COVID-19 coronavirus infection pandemic. Echocardiography is a valuable tool in the assessment of right ventricular dysfunction and pulmonary hypertension degree, acute virus myocarditis and acute coronary syndrome. Transthoracic and transesophageal echocardiography is used to monitor the patient's condition during treatment with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) and multiple organ failure syndrome.

KEY WORDS: new coronavirus infection COVID-19, transthoracic and transesophageal echocardiography, pulmonary hypertension, acute viral myocarditis, acute coronary syndrome, ECMO, multiple organ failure syndrome.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Пандемия, обусловленная новой коронавирусной инфекцией COVID-19 затронула более 212 стран по всему миру и оказала влияние не только на социально-экономическую сферу, но и привела к реорганизации системы здравоохранения, все резервы которой были направлены на предотвращение и борьбу с заболеванием [1]. Высокая распространенность связана с воздушно-капельным и контактным путями передачи инфекции. У пациентов с сопутствующими сердечно-сосудистыми заболеваниями патологический процесс характеризуется тяжелым течением и высокой летальностью, достигающей 10,5 % [2]. Манифестация заболевания преимущественно обусловлена респираторными симптомами, но в некоторых клинических ситуациях заболевание начинается с типичных сердечно-сосудистых проявлений (боль в грудной клетке, одышка, аритмия). Очень важно провести дифференциальную диагностику между кардиологическими проявлениями коронавирусной инфекции COVID-19 и уже существующей патологией на догоспитальном этапе. У группы пациентов с тяжелым течением

заболевания, проходящим лечение в отделении реанимации, частыми проявлениями инфекции COVID-19 являются острое миокардиальное повреждение и миокардит, остановка сердца, сердечная недостаточность вследствие выраженной легочной гипертензии, кардиогенный шок. К механизмам патологического воздействия вируса относятся прямое поражение миокарда вирусом SARS-CoV-2; нарушение баланса между доставкой и потребностью в кислороде кардиомиоцитами; системную воспалительную реакцию и цитокиновый шторм; тромбоз коронарных артерий; кардиотоксическое действие противовирусных препаратов, кортикостероидов, гидроксихлорохина; электролитный дисбаланс, вызванный гипокалиемией [3–4].

Эхокардиография является одним из базовых методов для оценки структуры и функции миокарда и клапанного аппарата сердца. Метод рекомендован к применению в условиях отделений интенсивной терапии и реанимации, клинических отделений у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Выполнение трансторакальной эхокардиографии

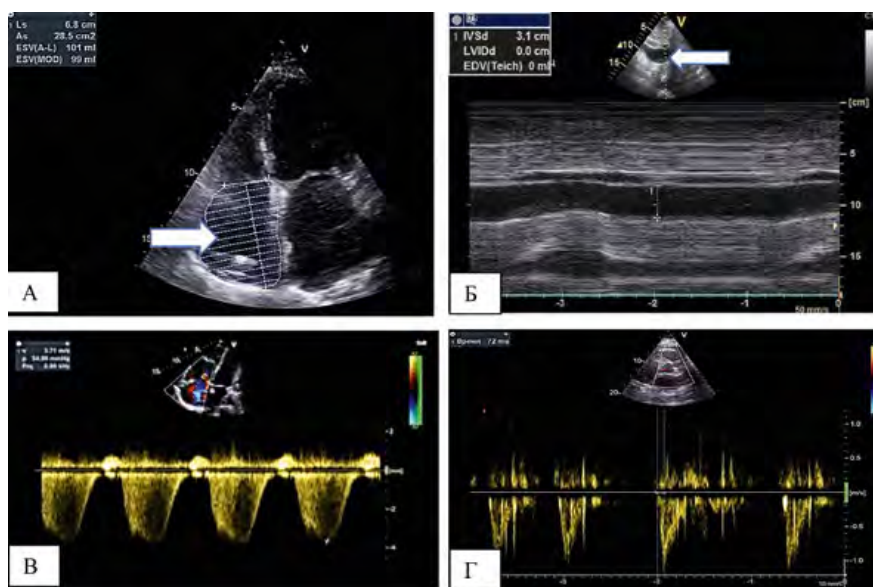


Рисунок 1. Эхокардиография пациента с новой коронавирусной инфекцией. А – дилатация правого предсердия; Б – дилатация нижней полой вены (диаметр более 30 мм) и отсутствие коллабироваия на вдохе; В – градиент регургитации на трикуспидальном клапане 54 мм.рт.ст.; Г – время ускорения (АТ) на выносящем тракте правого желудочка 72 мс (норма до 150 мс).

в условиях пандемии COVID-19 необходимо в следующих клинических ситуациях: дисфункция правого желудочка и легочная гипертензия, В-В и В-А экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО), острый вирусный миокардит, сепсис и синдром полиорганной недостаточности, острый коронарный синдром.

Дисфункция правого желудочка и легочная гипертензия

У пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 эхокардиографическая оценка правого желудочка и измерение давления в легочной артерии являются ключевыми аспектами для исследования центральной гемодинамики и мониторинга прогрессирования процесса. Непосредственное вовлечение правого желудочка в патологический процесс возникает вследствие тяжелого вирусного поражения легких и развития интерстициальной пневмонии. Дальнейшее прогрессирование заболевания приводит к формированию легочной гипоксической вазоконстрикции, развитию острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) и повышению постнагрузки на правый желудочек. Непрямое воздействие на правый желудочек может оказывать системный воспалительный ответ, вызванный вирусом COVID-19, и изменения в волевическом статусе, вызванные поражением почек.

Трансторакальная эхокардиография выполняется пациентам с COVID-19 при поступлении в инфекционное отделение, частота назначения исследования зависит от тяжести состояния и клинической симптоматики. Особое внимание при выполнении исследования уделяется оценке состояния правых камер сердца (размер и функция), нижней полой вены и кровообращения по малому кругу (давление в легочной артерии, толщина свободной стенки правого желудочка) [5]. Параметры, доступные для измерения, могут быть оценены за короткое время и обладают большой практической значимостью для оценки тяжести заболевания и прогноза. С целью проведения мониторинга за состоянием пациента рекомендовано использовать одни и те же параметры, измерения выполняют из стандартных акустических доступов. Информацию, полученную с помощью эхокардиографии, необходимо интерпретировать с учетом имеющейся клинической ситуации (ИВЛ, поддержка симпатомиметиками, уровень АД и наличие нарушения ритма), данных лабораторной диагностики и анализа кислотно-щелочного состояния.

Характерными эхокардиографическими признаками у пациентов с новой коронавирусной инфекцией является дилатация правого желудочка и систолическая дисфункция правого желудочка при сохраненных размерах и систолической функции левого желудочка.

Эхокардиографические признаки, характерные для вовлечения в процесс правых камер сердца, у пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19:

- 1) Увеличение размеров правого желудочка:
 - диаметр правого желудочка апикальный более 40мм;
 - диаметр выносящего тракта правого желудочка (ВТПЖ) проксимальный более 35мм
 - диаметр выносящего тракта правого желудочка (ВТПЖ) дистальный более 27мм
- 2) Гипертрофия свободной стенки правого желудочка более 5 мм (у пациентов на ИВЛ, при длительно существующей перегрузке правых камер сердца давлением)
- 3) Повышение систолического давления в легочной артерии (СДЛА)
 - СДЛА 30–50 мм.рт.ст. соответствуют незначительной легочной гипертензии
 - СДЛА 51–80 мм.рт.ст. соответствуют умеренной легочной гипертензии
 - СДЛА более 80 мм.рт.ст. соответствуют выраженной легочной гипертензии [6]
- 4) Повышение среднего давления в легочной артерии (Среднее ДЛА более 20 мм.рт.ст.)
- 5) Диаметр нижней полой вены и степень ее коллабироваия (соответствует давлению в правом предсердии у пациентов, которые не находятся на ИВЛ)
 - Диаметр НПВ < 2.1 см и коллабироваия > 50% соответствует нормальному давлению в правом предсердии (3–5 мм.рт.ст.)
 - Диаметр НПВ > 2.1 см и коллабироваия < 50% соответствует повышению давления в правом предсердии (ПП)
- 6) Систолическая дисфункция правого желудочка. Оценивают

систолическую экскурсию плоскости трикуспидального кольца (TAPSE ПЖ), значение менее 16 мм соответствует систолической дисфункции правого желудочка.

На *рисунке 1* представлены эхограммы пациента, поступившего в стационар в тяжелом состоянии, по данным КТ – признаки инфильтративных изменений, средней степени тяжести (КТ -2). Отмечалась дилатация правого желудочка и основного ствола легочной артерии (ЛА), признаки тяжелой легочной гипертензии, дилатация НПВ и отсутствие её коллабирования. Систолическая функция левого желудочка (ЛЖ) сохранена.

На следующий день у пациента появились жалобы на одышку в покое, чувство нехватки воздуха и учащенное сердцебиение. На КТ отмечалось увеличение процента поражения легочной ткани до 75 % (отрицательная динамика). Таким образом, у пациента с тяжелым течением коронавирусной инфекции были выявлены эхокардиографические признаки тяжелой легочной гипертензии. Легочная гипертензия является маркером тяжести и объема поражения легочной ткани, что позволяет прогнозировать неблагоприятный исход заболевания [7–8].

Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО)

Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) – инвазивный способ временного поддержания оксигенации крови при изолированном или сочетанном вовлечении легких и сердца.

В условиях пандемии COVID-19 многим пациентам необходимо проведение механической вентиляции легких, в тяжелых случаях для оптимизации доставки кислорода органам и тканям у пациентов в критическом состоянии показано проведение ЭКМО. Существуют 2 вида ЭКМО: вено-венозное (В-В ЭКМО) и вено-артериальное (В-А ЭКМО). В-В ЭКМО обеспечивает адекватную оксигенацию и декарбоксилирование крови при изолированном поражении легких. Этот вид ЭКМО

наиболее востребован в условиях пандемии COVID-19 для пациентов с острой тяжелой дыхательной недостаточностью. В-А ЭКМО применяется в случае тяжелого поражения сердца и/или легких.

Для реализации метода ЭКМО необходим мультидисциплинарный подход с привлечением команды специалистов экспертного уровня с опытом работы с тяжелой сердечно-легочной патологией. В составе команды обязательно присутствие специалиста ультразвуковой и/или функциональной диагностики для выполнения ультразвуковой визуализации сердечно-сосудистой системы, легких, органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Трансторакальная и чреспищеводная эхокардиография играют значимую роль для динамической оценки состояния пациента на всех этапах применения ЭКМО (*табл. 1*) [9].

На этапе подготовки к ЭКМО (1 этап) у пациентов с новой коронавирусной инфекцией необходимо выполнение эхокардиографии и формирование развернутого протокола с оценкой размеров камер сердца, систолической функции левого и правого желудочков и гемодинамической оценкой клапанного аппарата [10]. Эхокардиография помогает выявить патологию, которая может быть причиной развития кардиогенного шока (тампонада сердца; не диагностированное ранее тяжелое поражение клапанов сердца и выраженная систолическая дисфункция ЛЖ). В этих ситуациях пациенту необходима установка В-В или В-А ЭКМО. Кроме того, эхокардиография предоставляет информацию относительно противопоказаний для установки ЭКМО (тампонада сердца, внутрисердечные тромбы, острая аортальная диссекция, гемодинамически значимый внутрисердечный шунтирующий поток) и выполняет функцию отбора пациентов.

Выявление тяжелой аортальной регургитации – является относительным противопоказанием для В-А ЭКМО из-за выраженного повышения постнагрузки на ЛЖ и дальнейшего прогрессирования аортальной регургитации во время процедуры. Эхокардиография помогает в оценке размеров и анатомических особенностей правых камер сердца, что необходимо для

Таблица 1
Задачи эхокардиографии на разных этапах проведения ЭКМО

Этапы ЭКМО	Задачи	Тип исследования
1 этап – подготовка к ЭКМО	Выявить возможные причины кардиогенного шока (тампонада сердца, значительное снижение сократительной способности миокарда ЛЖ) Определить возможные противопоказания для проведения ЭКМО (тяжелая клапанная патология, внутрисердечные тромбы, острая аортальная диссекция, гемодинамически значимый внутрисердечный шунтирующий поток)	Трансторакальная эхокардиография
2 этап – ввод проводника и канюляция сосудов	Контроль расположения заборной канюли в нижней полой вене (В-В и В-А ЭКМО) и возвратной канюли в верхней полой вене (В-В ЭКМО) или бедренной артерии (В-А ЭКМО)	Трансторакальная и чреспищеводная эхокардиография
3 этап – гемодинамический мониторинг пациента	Оценка систолической функции ЛЖ Оценка волемического статуса Оценка давления в правом желудочке	Трансторакальная эхокардиография
4 этап – отлучение от ЭКМО	Определить противопоказания для отлучения от ЭКМО (отлучение от ЭКМО возможно при ФВ ЛЖ >20–25%)	Трансторакальная эхокардиография

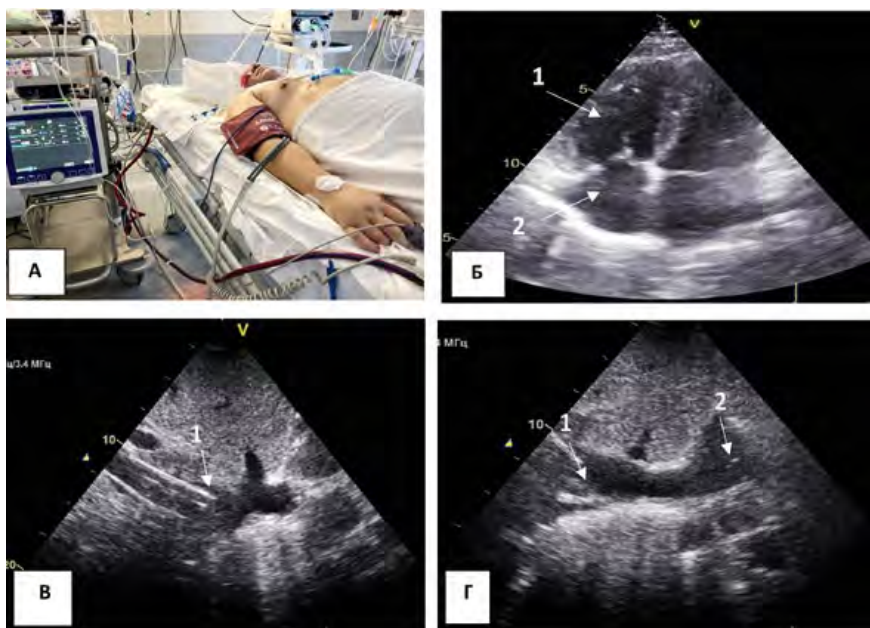


Рисунок 2. Трансторакальная эхокардиография пациента с новой коронавирусной инфекцией. Субкостальный доступ. А – пациент, подключенный к контуру ВВ-ЭКМО; Б – эхокардиография. Четырехкамерная позиция апикальный доступ. Дилатация ПЖ (1) и ПП (2); В – эхокардиография. Субкостальная позиция, визуализируется заборная канюля в НПВ (1); Г – эхокардиография. Субкостальная позиция, визуализируется заборная канюля в НПВ (1), возвратная канюля в ПП (2).

позиционирования венозной канюли при В-В и В-А ЭКМО.

Эхокардиография играет важную роль на этапе введения проводника и канюляции сосудов (2 этап). Основная задача исследования – оценка корректного расположения канюли. Применяется трансторакальная эхокардиография для визуализации заборной канюли (субкостальный доступ, позиция нижней полой вены) и чреспищеводная эхокардиография для визуализации возвратной канюли (бикавальная позиция).

Между интервенционистом и врачом ультразвуковой/ функциональной диагностики должна быть прямая связь относительно места введения канюли с углублением. Например, в В-В ЭКМО, когда одна канюля используется для доступа, а другая для возврата крови, положение наконечника канюли доступа находится в проксимальном отделе нижней полой вены, непосредственно перед входом в правое предсердие. С другой стороны, оптимальное положение для возвратной канюли находится в середине правого предсердия, но хорошо видно из межпредсердной перегородки и трехстворчатого клапана.

На рисунке 2 представлены эхограммы пациента с новой коронавирусной инфекцией. Состояние при поступлении – тяжелое. КТ- признаки интерстициальных/инфильтративно-воспалительных изменений, крайне тяжелой степени тяжести (КТ-4). Отмечалось нарастание гипоксемии, прогрессирования острой дыхательной недостаточности (ОДН), было принято решение об установке ВВ-ЭКМО. Трансторакальная эхокардиография была выполнена на этапе подготовки, во время канюляции и динамического мониторинга за состоянием пациента.

На этапе мониторинга за пациентом после установки ЭКМО (3 этап) особое внимание уделяется оценке глобальной сократительной способности левого и правого желудочков, степени легочной гипертензии, волемического статуса и показателей внутрисердечной гемодинамики. Нарушение глобальной сократительной способности левого желудочка в сочетании с тяжелой митральной недостаточностью может привести к снижению сердечного выброса и ограничению раскрытия аортального клапана. Это является предпосылкой для формирования циркуляторного стаза в восходящей аорте, полости левого желудочка и легочных венах. С целью профилактики

тромбообразования в этих клинических ситуациях выполняют процедуру чрескожной предсердной септостомии. Чреспищеводная эхокардиография является оптимальным методом ультразвукового мониторинга для направления септостомического катетера и раздувания баллона.

На 4 этапе ЭКМО выполняется трансторакальная эхокардиография, цель исследования – оценить глобальную сократительную способность левого желудочка. При ФВ ЛЖ менее 35 % не рекомендовано отлучение пациента от ЭКМО.

Острый вирусный миокардит

Одним из наиболее частых кардиологических осложнений новой коронавирусной инфекции COVID-19 является острый миокардит [11–12]. В исследовании Hendren N. S. и соавт. миокардит был выявлен у 7,2 % с COVID-19 [13]. Большинство пациентов проходило лечение в отделении реанимации и интенсивной терапии. Существуют множество причин острого поражения миокарда у пациентов в критическом состоянии, включая острый коронарный синдром, сердечную недостаточность, миокардиты, гипотензивный шок, сепсис и другие проявления инфекции.

Для диагностики острого миокардита используют кардио – МРТ и биопсию миокарда [12]. Коронароангиографию выполняют пациентам с подозрением на острый миокардит для исключения ОКС. У тяжелых реанимационных пациентов проведение исследований в полном объеме недоступно. Таким образом, трансторакальная эхокардиография является методом выбора в условиях пандемии COVID-19 для предварительной диагностики острого миокардита.

Эхокардиографические признаки, характерные для острого миокардита, у пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19:

- 1) Увеличение линейных размеров и объема левого желудочка (КДР более 55 мм, КДО более 160 мл)
- 2) Утолщение стенок левого желудочка (преходящая псевдогипертрофия левого желудочка,

обусловленная отеком миокарда) толщина межжелудочковой перегородки более 12 мм

- 3) Систолическая дисфункция левого желудочка (снижение фракции выброса ЛЖ менее 55%, диффузный гипокинез левого желудочка)
- 4) Диастолическая дисфункция левого желудочка ($E/A < 1$; $E/E' > 10$)
- 5) Жидкость в полости перикарда

Проведенные исследования подтверждают высокую специфичность эхокардиографических признаков у пациентов с тяжелым течением коронавирусной инфекции COVID-19 [11–15].

На рисунке 3 представлены эхограммы пациента с новой коронавирусной инфекцией. КТ-признаки интерстициальных/инфильтративно-воспалительных изменений, тяжелой степени тяжести (КТ-4). На ЭКГ: ритм синусовый, единичные желудочковые экстрасистолы, тропонин I – 2,3 нг/мл. В экстренном порядке выполнена ЭХОКГ. Отмечается дилатация обоих желудочков (КДО ЛЖ 201 мл, диаметр базальный ПЖ 47 мм) (рис. 3 А-Б), нарушение систолической функции ЛЖ за счет диффузного гипокинеза (ФВ 30% Simpson) (рис. 3 А), систолическая дисфункция ПЖ (TAPSE ПЖ меньше 16 мм), признаки выраженной легочной гипертензии; СДЛА 90 мм.рт.ст.

По данным эхокардиографии и лабораторных показателей у пациента был поставлен диагноз миокардит, обусловленный тяжелым течением вирусной пневмонии.

Сепсис и синдром полиорганной недостаточности

Синдром полиорганной недостаточности (СПОН) – одно из осложнений тяжелого течения пневмонии, ассоциированной с коронавирусной инфекцией, при котором происходит одновременное или последовательные нарушения функций нескольких органов [14]. Среди причин, которые приводят к развитию синдрома полиорганной недостаточности, относятся: тяжелые травмы, сепсис, инфекционно-токсический шок и др.

Септический шок характеризуется гемодинамической нестабильностью,

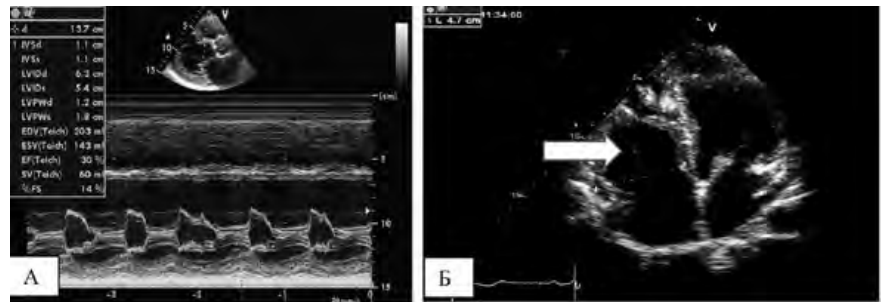


Рисунок 3. Эхокардиография пациента с миокардитом, вследствие коронавирусной инфекции COVID-19. А – дилатация ЛЖ и систолическая дисфункция ЛЖ (ФВ 30%); Б – дилатация правого желудочка (базальный диаметр 47 мм).

стойкой гипотензией, несмотря на проводимую волемическую терапию и вазопрессорную поддержку. Отмечается значимая роль эхокардиографии для обследования пациента в состоянии инфекционно-токсического шока. Трансторакальная эхокардиография предоставляет информацию о размерах и объемах камер, нарушении систолической функции сердца (уменьшение ударного объема (УО) ЛЖ, снижение фракции выброса (ФВ) ПЖ).

Была доказана необходимость оценки диастолической функции ЛЖ с помощью тканевого доплера для диагностики волемического статуса у пациентов с тяжелым течением коронавирусной инфекции. Наиболее информативным является определение показателя E/E' – отношения скорости раннего диастолического наполнения трансмитрального потока E к скорости ранней диастолической волны движения фиброзного кольца E' . В единичных случаях у пациентов с COVID-19, ассоциированными септическими осложнениями определяются подвижные вегетации на клапанах сердца [15].

Острый коронарный синдром

По данным ВОЗ у ряда пациентов с подтвержденными случаями SARS-CoV-2 в дебюте заболевания преобладают кардиоваскулярные, а не респираторные симптомы [16]. В работах европейских авторов, посвященных особенностям обследования и лечения пациентов с ОКС и COVID-19 особое внимание уделяется необходимости проведения лабораторной диагностики: исследование тропонина I и BNP (натрийуретический пептид) [17–18].

Однако, необходимо учитывать, что уровень тропонина I и BNP повышается у пациентов при тяжелом течении инфекции COVID-19 вне зависимости от выявленной ишемии миокарда [18].

Проведенные исследования выявили, что классические симптомы острого инфаркта миокарда могут быть «стертыми» на фоне тяжелого течения инфекции COVID-19. Это приводит к несвоевременной диагностике ишемических поражений миокарда. Клинические рекомендации европейской ассоциации кардиологов ESC по ведению пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19 подчеркивают большую значимость выполнения эхокардиографии у пациентов с ОКС для оценки глобальной сократительной способности левого и правого желудочков, выявления зон нарушения локальной сократительной способности, наличия жидкости в перикарде и признаков тампонады сердца [7].

Существуют особенности выполнения эхокардиографии у пациентов в условиях пандемии COVID-19:

- проведение исследования у постели пациента вне зависимости от тяжести состояния, это необходимо для сохранения эпидемиологических мер в инфекционном корпусе;
- большое количество тяжелых пациентов (КТ-3 и КТ-4), пациентов на ИВЛ и ЭКМО с ограничением выполнения полипозиционного исследования;
- ограничение визуализации вследствие выраженного изменения легочной ткани (интерстициальный синдром);

- исследование выполняется всем пациентам при поступлении вне зависимости от возраста и тяжести состояния;
- повторная эхокардиография выполняется в случае:
- наличия у пациента тяжелой легочной гипертензии (оценить динамику)
- наличия сопутствующей тяжелой кардиологической симптоматики (инфаркт миокарда, миокардит, гемодинамически значимые изменения клапанного аппарата)
- крайне тяжелого состояния пациента, обусловленного полиорганной недостаточностью
- установки пациенту ВВ ЭКМО.

В заключении следует отметить, что эхокардиография является эффективным методом, который позволяет оптимизировать диагностические мероприятия и обследования пациентов с COVID-19 и проводить контроль эффективности проводимой терапии. В совокупности с лабораторной диагностикой и другими инструментальными методами исследования эхокардиография позволяет прогнозировать течения заболевания у пациентов с коронавирусной инфекцией. Целесообразным является проведение повторной эхокардиографии пациентам, перенесшим коронавирусную инфекцию после выписки из стационара.

Список литературы / References

1. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19-3 May 2021. <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-3-may-2021> (Accessed December 27, 2021).
2. Минздрав РФ. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19): временные методические рекомендации. Версия 13.1 (17.11.2021). Москва; 2021. Ministry of Health of the Russian Federation. Prevention, diagnosis and treatment of novel coronavirus infection (COVID-19): interim guidelines. Version 13.1 (11/17/2021). Moscow; 2021.
3. Zheng YY, Ma YT, Zhang JY, Xie X. COVID-19 and the cardiovascular system. *Nat Rev Cardiol*. 2020;17(5):259–260. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0360-5>.
4. He XW, Lai JS, Cheng J, Wang MW, Liu YJ, Xiao ZC, et al. Impact of complicated myocardial injury on the clinical outcome of severe or critically ill COVID-19 patients. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*. 2020;48(6):456–460. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112148-20200228-00137>
5. Salem R, Vallee F, Rusca M, Mebazaa A. Hemodynamic monitoring by echocardiography in the ICU: the role of the new echo techniques. *Curr Opin Crit Care*. 2008;14(5):561–568. <https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e32830e6d81>
6. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, Bueno H, Geersing GJ, Harjola VP, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J*. 2020;41(4):543–603. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz405>
7. Schmiady MO, Sromicki J, Kucher N, Ouda A. Successful percutaneous thrombectomy in a patient with COVID-19 pneumonia and acute pulmonary embolism supported by extracorporeal membran oxygenation. *Eur Heart J*. 2020;41(32):3107. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa403>
8. Shekar K, Badulak J, Peek G, Boeken U, Dalton HJ, Arora L, et al. Extracorporeal Life Support Organization Coronavirus Disease 2019 Interim Guidelines: A Consensus Document from an International Group of Interdisciplinary Extracorporeal Membrane Oxygenation Providers. *ASAIO J*. 2020;66(7):707–721. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000001193>
9. Osho AA, Moonsamy P, Hibbert KA, Shelton KT, Trahanas JM, Attia RQ, et al. Veno-venous Extracorporeal Membrane Oxygenation for Respiratory Failure in COVID-19 Patients: Early Experience from a Major Academic Medical Center in North America. *Ann Surg*. 2020;272(2): e75–e78. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004084>
10. Hendren NS, Drazner MH, Bozkurt B, Cooper LT Jr. Description and Proposed Management of the Acute COVID-19 Cardiovascular Syndrome. *Circulation*. 2020;141(23):1903–1914. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047349>
11. Pollack A, Kontorovich AR, Fuster V, Dec GW. Viral myocarditis – diagnosis, treatment options and current controversies. *Nat Rev Cardiol*. 2015;12(11):670–680. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2015.108>
12. Inciardi RM, Lupi L, Zaccone G, Italia L, Roffo M, Tomasini D, et al. Cardiac involvement in a patient with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020;5(7):819–824. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1096>
13. Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia J, Liu H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020;8(5):475–481. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30079-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30079-5)
14. Kirkpatrick JN, Mitchell C, Taub C, Kort S, Hung J, Swaminathan M. ASE statement on protection of patients and echocardiography service providers during the 2019 novel coronavirus outbreak. *J Am Coll Cardiol*. 2020;75(24):3078–3084. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.04.002>
15. Bagate F, Masi P, d'Humières T, Al-Assaad L. Advanced echocardiographic phenotyping of critically ill patients with coronavirus-19 sepsis: a prospective cohort study. *Journal of Intensive Care*. 2021; 9(12)
16. Clerkin KJ, Fried JA, Raikhelkar J, Sayer G, Griffin JM, Masoumi A, et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) and cardiovascular disease. *Circulation*. 2020;141(20):1648–1655.
17. Valente S, Anselmi F, Cameli M. Acute coronary syndromes during COVID-19. *Eur Heart J*. 2020;41(22):2047–2049. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa457>
18. Guo T, Fan Y, Chen M, Wu X, Zhang L, He T, et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020;5(7):811–818. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1017>

Статья поступила / Received 10.04.2022

Получена после рецензирования / Revised 11.04.2022

Принята к публикации / Accepted 11.04.2022

Сведения об авторах

Рыбалко Наталья Владимировна, д.м.н., ведущий научный сотрудник отделения лучевой диагностики. ORCID: 0000-0001-6973-4430

Хамидова Лайла Тимарбековна, д.м.н., руководитель отделения лучевой диагностики. ORCID: 0000-0002-9669-9164

Абучина Вера Михайловна, врач отделения ультразвуковой диагностики. ORCID: 0000-0002-5207-3194

Петриков Сергей Сергеевич, член-корреспондент Российской академии наук (РАН), д.м.н., профессор, директор ГБУЗ Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, зав. кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неотложной медицины ИГМСУ им. А.И. Евдокимова. ORCID: 0000-0003-3292-8789

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского», Москва, Россия.

Автор для переписки: Рыбалко Наталья Владимировна. E-mail: rybalko_dr@mail.ru

Для цитирования: Рыбалко Н.В., Хамидова Л.Т., Абучина В.М., Петриков С.С. Применение эхокардиографии у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Медицинский алфавит. 2022; (10): 41–46. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-41-46>.

About authors

Rybalko Natalia V., DM Sci (habil.), leading researcher at Dept of Radiation Diagnostics. ORCID: 0000-0001-6973-4430

Khamidova Layla T., DM Sci (habil.), head of Dept of Radiation Diagnostics. ORCID: 0000-0002-9669-9164

Abuchina Vera M., physician at Dept of Ultrasound Diagnostics. ORCID: 0000-0002-5207-3194

Petrikov Sergey S., Corresponding Member of RAS, DM Sci (habil.), professor, director of 'N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine', head of Dept of Anesthesiology, Resuscitation and Emergency Medicine at 'A.I. Evdokimov Moscow State Medical University'. ORCID: 0000-0003-3292-8789

N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

Corresponding author: Rybalko Natalia Vladimirovna. E-mail: rybalko_dr@mail.ru

For citation: Rybalko N.V., Khamidova L.T., Abuchina V.M., Petrikov S.S. Echocardiography application in patients with COVID-19. *Medical alphabet*. 2022; (10): 41–46. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-41-46>.



Значение термотопографии кистей рук в диагностике травмы повторяющегося напряжения, для массовых профосмотров и в эргономике

М. Г. Воловик^{1,3}, И. М. Долгов^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

²Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины ФМБА России, Москва

³ООО «Дигносис», Москва

РЕЗЮМЕ

В статье проанализировано современное состояние тепловизионных исследований в области скрининга и оценки тяжести состояния при широко распространенном заболевании верхних конечностей, связанном с повторяющимся напряжением в процессе трудовой деятельности (repetitive strain injury – RSI). Температурные распределения на поверхности кожных покровов кистей рук, обусловленные профессиональной деятельностью и условиями труда, подробно рассмотрены в аспекте их применимости и эффективности при массовых профосмотрах, а также в эргономических разработках.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тепловидение, температура, кисти рук, профессиональные заболевания

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, эргономика.

The importance of thermal topography of the hands in the diagnosis of repetitive strain injury, for mass occupational medical examinations and in ergonomics

M. G. Volovik^{1,3}, I. M. Dolgov^{2,3}

¹Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

²Federal Scientific and Clinical Center of Sport Medicine Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia

³LLO «Dignosys», Moscow, Russia

SUMMARY

The article analyzes the current state of thermal imaging research in the field of screening and assessment of the severity of the condition in a widespread upper limb disease associated with repetitive strain injury (RSI). Temperature distributions on the surface of the skin of the hands, due to professional activities and working conditions, are considered in detail in terms of their applicability and effectiveness in mass occupational medical examinations, as well as in ergonomic developments.

KEY WORDS: thermal imaging, temperature, hands, occupational diseases

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest, ergonomics.

Профессиональная патология затрагивает большое число людей во всем мире и является дорогостоящей как в экономическом, так и в социальном аспектах [1]. По-прежнему существует множество профессий, в которых манипуляции связаны с повторяющимися, нередко монотонными движениями, чрезмерной нагрузкой, что способствует развитию заболеваний, поражающих верхние конечности [2].

В нашей предыдущей работе мы рассмотрели важность использования термотопографии кистей рук в диагностике вибрационной болезни и холодовой травмы [3]. Настоящий обзор посвящен тепловизионным (ТПВ) исследованиям кистей рук при травме повторяющегося напряжения (repetitive strain injury – RSI), а также

использованию термотопографии кистей для массовых профосмотров и эргономических разработок.

Травма повторяющегося напряжения (repetitive strain injuries – RSI: M70 Болезни мягких тканей, связанные с нагрузкой, перегрузкой и давлением)

К этой группе часто встречающихся заболеваний относятся профессиональные и спортивные тендинопатии и болезни и травмы мягких тканей, связанные с нагрузкой, перегрузкой и давлением (repetitive strain injury – RSI). Иное название – синдром кумулятивной травмы (cumulative trauma disorders). Диагноз RSI обычно ставится на основании анамнеза и клинического обследования и включает такие расстройства, как туннельные синдромы, латеральный

Сокращения: ТПВ – тепловизионный, ХП – холодовая проба, RSI – repetitive strain injuries

эпикондилит и тендинит запястья или кисти [4]. Однако жалобы часто неспецифические, и установление конкретного диагноза сложно. При недостаточности крупных высококачественных исследований с использованием таких методов, как МРТ и УЗИ, актуален поиск эффективных методов визуализации в диагностике этой группы заболеваний. Мы рассмотрим ТПВ исследования нарушений типа RSI на верхних конечностях, обусловленных сугубо профессиональной деятельностью, исключая спортивную.

Наиболее распространенной проблемой этого рода можно считать симптоматику, которую раньше называли «болезнью машинисток», а теперь, скорее, можно называть «болезнью офисных работников», чья деятельность связана с клавиатурой и компьютерной мышью и выражается в монотонной статической нагрузке на кисть и аритмичных сгибательно-разгибательных движениях пальцев рук. Также этому заболеванию подвержены парикмахеры, музыканты, кассиры и т.п. Наиболее часто формируется один из туннельных синдромов – синдром запястного канала, и его изучение с применением тепловидения рассмотрено нами ранее [5].

Во многих ТПВ исследованиях зарегистрированы изменения температуры кожи рук при выполнении повторяющейся работы, в частности, в ответ на ввод текста [6]. Эти изменения на пальцах рук пригодны для определения того, какой из них подвержен большему риску травмы, время восстановления анализируется относительно начальной температуры, возраста, пола, веса, роста, индекса массы тела, занятий спортом и других значимых переменных. При непрерывной печати на клавиатуре всеми пальцами рук в течение 10 минут регистрация ТПВ динамики на тыльной и ладонной поверхности обеих рук в течение 5 минут после теста показала, что ни один из участников не восстановил свою первоначальную температуру [7]. В анализируемой авторами этой работы задаче большой, указательный и средний пальцы имели более высокий риск получения травмы.

Установлено, что при постоянном наборе текста на клавиатуре пальцы рук становятся холодными, причем длительность сеанса печати значима для степени снижения температуры [8]. Периферическая гипотермия у пациентов с симптомами RSI может быть вторичной по отношению к симпатической гиперактивности в результате стимуляции ноцицепторов и механорецепторов, приводящей к аллонейродистрофии [9]. Теоретический анализ в совокупности с ТПВ данными привел авторов к выводу, что метод перспективен в качестве диагностического инструмента при оценке RSI. Описанные ими ТПВ изменения были хорошо воспроизводимы.

Температура кожи после набора текста, по-видимому, отражает основную мышечную перфузию в руке,

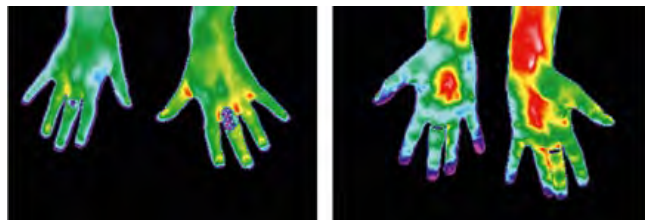


Рисунок 1. Болезни мягких тканей, связанные с нагрузкой, перегрузкой и давлением [M70]. (Перегрузка мышц левой кисти).

а снижение кровотока связано с патофизиологией заболеваний опорно-двигательного аппарата, такими как RSI, что показало изучение связи между средней температурой кожи и относительным объемом кровотока в первой дорсальной межкостной мышце кисти после 9-минутного задания на ввод текста с разной скоростью у здоровых субъектов [10]. Гемодинамические и температурные параметры оказались умеренно коррелированы в течение 10 минут после ввода.

Математическое сопоставление ТПВ данных, полученных у офисных работников с трех областей интереса на кисти при работе на персональном компьютере [11], оказалось проще и быстрее в исполнении по сравнению с методом, предложенным J. E. Gold [10], показав более высокую чувствительность и эффективность в 85 % случаев нарушений.

Проведена ТПВ оценка изменений на тыльной стороне предплечья при вводе данных с клавиатуры [12]. Температура росла в ходе выполнения задания (35 минут) и уменьшалась в течение 30 минут восстановления, причем без гендерных различий и по-разному в зависимости от области интереса. Воспроизводимость данных, основанная на внутриклассовых корреляциях (ICCS), была признана высокой для величин в период ввода данных и низкой для периода восстановления. Обнаружена положительная корреляция между тенденциями субъективного ощущения дискомфорта в предплечье и трендами температуры в ответ на рабочую нагрузку.

В исследовании изменений в обеих руках, когда одна рука печатала на стандартной клавиатуре, а другая оставалась неподвижной, через 5 минут температура предплечья работающей руки повысилась на 0,5 °C, а через 15 минут 1,2 °C по сравнению с покоящейся. Двусторонняя холодовая проба (ХП) сразу после механического воздействия могла приводить к усилению дискриминации [13].

Таким образом, повторяющиеся задачи в виде набора текста на клавиатуре повышают температуру кисти и предплечья через определенное время из-за мышечной активности, которая может быть объективно оценена количественно по динамике температур. В то же время, длительные нагрузки такого рода могут вести к гипотермии кисти и пальцев вплоть до формирования невропатологических синдромов. В недавнем обзоре литературы по теме влияния работы за компьютером на термотопографию кожи рук [14] дан анализ оцениваемых феноменов, областей интереса, продолжительности выполнения профессиональных задач, связанных с риском возникновения RSI. Авторы пришли к выводу о необходимости продолжения исследований. Иллюстрируя сложность проблемы, приводим пример ТПВ изображения кистей при RSI из собственной базы данных (рис. 1).

Еще одним вариантом риска возникновения расстройств типа RSI на руках является процедура пипетирования (при приготовлении растворов), что основано на его природе: повторяющиеся, точные, контролируемые движения. Методом количественной оценки воздействия факторов риска предложено ТПВ измерение температуры в проекции мышц большого пальца [15]. Обнаружено существенное влияние пола и времени манипуляций, изучено влияние использования пипеток большого или малого объема.

В исследовании изменений термопаттерна в области запястья при повторяющихся в течение трех дней движениях, имитирующих работу в текстильном цехе, доказано снижение способности выполнять мышечную работу [16]. У правой руки при контролируемой температуре среды от 20 до 25 °С был выявлен дискомфорт в правой плече и запястье в диапазоне времени, который определял максимальные температуры, достигавшиеся на правом запястье на час ранее, чем на левом. Данные соответствовали не нормальному распределению для левой и правой сторон, а трехпараметрическому распределению Вейбулла с коэффициентом корреляции от 0,93 до 0,99. Эксперименты показали, что в целом система измерений превосходна для оценки риска формирования RSI.

Сложно поддающиеся диагностике из-за множественности симптомов и отсутствия объективных тестов заболевания опорно-двигательного аппарата, обусловленные чрезмерными перегрузками, очень часто встречаются среди музыкантов, в частности, у пианистов. ТПВ измерения тыльной поверхности кистей, предоставляя информацию об изменении температуры мышц при игре на фортепиано оказались важным инструментом в ее изучении [17]. Интерпретация этих изменений полезна для понимания взаимодействия между мышцами, влияния на них разминки, техники игры. Обнаружена статистически значимая разница в температуре рук между группами пианистов с наличием и отсутствием жалоб на боль, но не в температуре кисти и предплечья.

У пациентов с RSI было проведено комплексное исследование температуры и кровотока верхних конечностей с использованием тепловидения, лазерной доплеровской флоуметрии, инфракрасной фото-, а также тензоплетизмографии [18]. Изучали реакции пораженной и интактной конечностей после раздельного воздействия умеренной ХП (20 °С, 1 минута). Характер реакции на контралатеральную ХП в виде расширения сосудов и снижения вазомоторики позволил отличить RSI от других причин хронической боли в верхних конечностях, таких как рефлекторная симпатическая дистрофия.

Таким образом, многочисленные ТПВ работы показали высокую диагностическую и прогностическую ценность метода, что позволяет использовать его в скрининге (в том числе при массовых профилактических осмотрах на производстве) и мониторинге лечения многообразных профессионально обусловленных заболеваний верхних конечностей.

Применение тепловидения при массовых профосмотрах и в эргономических исследованиях в гигиене труда и профзаболеваний

Было предпринято немало усилий в разработке быстрого и надежного инструмента для оценки условий труда и риска развития связанных с работой нарушений опорно-двигательного аппарата типа вибрационной болезни и RSI с помощью тепловидения, в том числе в России [19,20]. Так, создано прогнозирующее уравнение расчета «индекса профессиональных повторяющихся действий» с использованием в качестве независимых переменных температуры среды и температуры кожи

предплечья. Этот индекс, представляющий прогнозные критерии пяти уровней риска, может применяться в качестве инструмента скрининга для большого числа работников [21]. Разработана ТПВ технология выявления профессиональных заболеваний верхних конечностей у учителей в связи с эргономическими особенностями условий их деятельности [22]. Настоятельная и неотложная необходимость профилактических мер в виде соблюдения правил эргономики трудовой деятельности подтверждена ТПВ диагностикой риска развития профзаболеваний у специалистов по уходу за больными [23]. У промышленных рабочих, трудящихся в помещении при температуре 22 °С, показано, что повторяющиеся манипуляции более резко меняют температуру в проекции мышц-разгибателей, чем в других структурах [24]. Авторы с помощью ХП (19,71°С, 5 минут) и динамической ТПВ визуализации показали зависимость зарегистрированных температурных изменений от физиологических или патологических условий труда. Подобный результат также во время деятельности на рабочем месте зафиксирован в исследовании, где оценивали риск травматизации крупных суставов верхней конечности при выполнении повторяющихся движений по критерию максимальных температур, которые могут предупреждать о возможной травме [25].

ТПВ измерения при выполнении теста на силу захвата (30 секунд сжимающих усилий 0, 1, 2 и 3 кг/см² на портативном цифровом динамометре с повторением через 48 часов) использовали для получения важных показателей гигиены труда, касающихся старения работника и физиологического состояния верхних конечностей. Определено оптимальное время для проведения ТПВ измерений до и после приложения сжимающих усилий к миофасциальной триггерной точке в области лопаток, двуглавой мышце плеча и сухожилию длинного сгибателя ладони на доминантной верхней конечности. В большинстве случаев наблюдали значительное снижение температуры после приложения усилий в разное время (через 30, 45 и 60 минут) для разных зон интереса, что определяет рекомендации [26]. Высокая надежность и воспроизводимость данных позволяют предложить методологию для проведения периодических оценок травмоопасности подобного типа повторяющихся движений в гигиене труда [27].

При сравнении групп здоровых добровольцев и с жалобами на боль в запястье из-за трудовой деятельности в ТПВ картине области интереса наблюдали достоверные межгрупповые различия [28]. Тепловидение в оценке воспалительного процесса в лучезапястном суставе показало чувствительность 50 % и специфичность 82 % при использовании порога 0,65 °С, что актуально для скрининга и мониторинга RSI.

Исследования группы J. E. Gold [10,29] по оценке риска возникновения нарушений в верхних конечностях у офисных работников при работе на клавиатуре можно считать удобными для скрининга лишь условно. Авторы изучали пригодность использования средней температуры кожи в пястной области тыла кисти до короткого задания на ввод текста и в динамике после него в качестве показателя тяжести нарушения опорно-двигательного аппарата верхних

конечностей. Бессимптомные работники и работники с дистальными симптомами типа RSI печатали в течение 9 минут при трех температурах окружающей среды (18, 22 и 26 °C). Разработанная методика представляется довольно сложной для массовых профосмотров, хотя позволяет различать три группы испытуемых с симптомами холодных рук, вызванными постоянной работой на клавиатуре, при этом более низкие по сравнению с контрольной группой температуры встречаются в случаях наиболее тяжелой дисфункции симпатической нервной системы.

Такие орудия труда, как компьютерные мыши и клавиатура, разрабатываются путем итеративного процесса сопоставления потребностей и характеристик людей с механическими (аппаратными) и системными (программными) требованиями, важнейшее из которых – комфорт. Расположение и степень поддержки рук или контакта между руками пользователей и компьютерными мышами, в дополнение к другим факторам, могут влиять на воспринимаемый пользователями комфорт.

Тепловидение в реальном времени использовали для определения и количественной оценки тепловых характеристик ладонной поверхности руки после кратких периодов ее контакта с мышью [30]. Данное исследование продемонстрировало полезность метода в объективизации субъективных ощущений пользователя для качественной и количественной оценки конструкции модификаций компьютерной мыши.

Работа за компьютером характеризуется сидячей статической нагрузкой с низкоинтенсивным энергетическим обменом. Оценка динамики температуры на тыле предплечья и запястья проведена при длительной работе компьютерной мышью при различных эргономических настройках [31]. В три разных дня в лаборатории с контролируемыми условиями окружающей среды были протестированы три различных эргономичных варианта компьютерной мыши (горизонтальная мышь без коврика; горизонтальная с ковриком и мягкой подставкой для запястья; вертикальная без коврика). Динамику ТПВ изображений правой руки регистрировали до и через каждые 15 минут в течение трех часов в процессе и после непрерывной работы с мышью. При сильной отрицательной корреляции между температурой тыла запястья и временем работы показано, что работа с вертикальной мышью сохраняла более стабильную и высокую температуру запястья ($>30^{\circ}\text{C}$), а горизонтальная снижала ее ниже 28°C .

Проведена ТПВ оценка термотопографии кистей рук после 10 минут набора текста в эргономичной и двух разных неэргономичных (с разгибанием и сгибанием запястья) позах [32]. В неэргономичных позах наблюдали увеличение разницы температур между пястно-фаланговыми и межфаланговыми суставами, а также между температурой тыльной поверхности кисти и пальцами после набора текста.

ТПВ камера оказалась точна в реальных условиях для управления системами неинвазивного автоматического моделирования теплового комфорта здорового человека [33]. В переходных условиях в офисе при температуре окружающей среды от $21,11^{\circ}\text{C}$ до $27,78^{\circ}\text{C}$ измеряли температуру открытой кожи рук и температуру одежды.

Результаты показали высокую корреляцию между наблюдаемой температурой кожи, температурой одежды и уровнем теплового комфорта для кожных покровов (выявлены три уровня, субъективно: «прохлада», «комфорт» и «перегрев»). Измерения температуры кожи пальца, кисти и предплечья могут быть полезны для мониторинга и прогнозирования теплового состояния людей [34].

В ряде статей представлены возможности применения тепловидения для проверки теплопередачи в защитной одежде. Так, по результатам измерений термотопографии рук можно определить, какие материалы зимней защитной одежды дают наиболее эффективную теплоизоляцию при работе в условиях низкой температуры на открытом воздухе [35]. Разработана высокочувствительная технология ТПВ визуализации для прогнозирования температуры тела человека на расстоянии при деятельности в жарком помещении в одежде для тушения пожара [36]. ТПВ изображение использовали для сравнения защитных свойств аутентичной одежды из кожи карибу с двумя другими типами одежды для холодной погоды: стандартной зимней формой канадской армии и комплектом современной одежды для экстремальных холодов [37]. Тепловидение по проявлениям терморегуляторных реакций на открытых участках тела (лицо, кисти рук) в вышеописанных контекстах позволяет судить о физиологическом состоянии испытуемых.

Установлены взаимосвязи между температурой кожи верхних конечностей и тепловым комфортом в офисных зданиях со сплит-системами кондиционирования воздуха с возможностью прогнозирования физиологического состояния [38]. Результаты показали, что температура кожи кистей и предплечий является хорошим показателем для прогнозирования тепловых ощущений и может быть использована для оценки теплового комфорта с точки зрения физиологического механизма. При этом нейтральная температура составляла $24,7^{\circ}\text{C}$, а верхний предел приемлемости 80% составил $28,2^{\circ}\text{C}$.

Анализ температуры пальцев и ее связи с восприятием телесного дискомфорта и ощущением холода проведен у двух групп работников птицефабрики: рабочих, которые пользовались протективными перчатками, и тех, у кого их не было [39]. Вероятность замерзнуть без перчаток у работника, который пользовался защитой, была выше, чем у работника, который этого не делал.

Изучение влияния металлических кнопок саксофона на динамику локальной температуры пальцев при игре в холодном помещении показало, что тепловизор может быть использован, в том числе, для правильной и качественной модернизации музыкальных инструментов [40]. Аналогичная работа того же коллектива авторов, посвященная динамике температуры кончика указательного пальца после контакта со спусковым крючком винтовки в морозную погоду, также обладает эргономическим потенциалом [41].

Таким образом, эргономические разработки на основе ТПВ исследований верхних конечностей представляются перспективными во многих областях человеческой деятельности [42]. Продemonстрирована также ценность ТПВ изображений для улучшения существующих методов оценки эргономического риска [43].

Список литературы / References

1. Профессиональные болезни / Большая Российская Энциклопедия (в 35 тт.). Москва: Научное издательство «Большая российская энциклопедия», 2014. Т. 27. С. 647–648. Occupational diseases / Great Russian Encyclopedia (in 35 volumes). Moscow: Scientific publishing house «Great Russian Encyclopedia», 2014. V. 27. P. 647–648.
2. Vardasca R. The Effect of Work Related Mechanical Stress on the Peripheral Temperature of the Hand. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. University of Glamorgan, Wales, United Kingdom, July 2010. 307 pp.
3. Воловик М. Г., Долгов И. М., Короткова Н. Л. Термопотография кистей рук в диагностике профзаболеваний: вибрационная болезнь и холодная травма // Медицинский алфавит. 2022;9:50–54. DOI: 10.33667/2078–5631–2022–9–50–54
Volovik M. G., Dolgov I. M., Korotkova N. L. Thermotopography of the hands in diagnosis of occupational diseases: hand-arm vibration syndrome and cold injury syndrome // Medical alphabet. 2022;9:50–54. DOI: 10.33667/2078–5631–2022–9–50–54
4. van Tulder M., Malmivaara A., Koes B. Repetitive strain injury // Lancet. 2007 May 26;369(9575):1815–1822. doi: 10.1016/S0140–6736(07)60820–4
5. Воловик М. Г., Долгов И. М. Термосемиотика кистей рук. Нейропатические нарушения в термопотографии кистей // Медицинский алфавит. 2021;14:36–44. https://doi.org/10.33667/2078–5631–2021–14–36–44
Volovik M. G., Dolgov I. M. Thermosemiotics of hands. Neuropathic disorders in thermotopography of hands // Medical alphabet. 2022;14:36–44. DOI: 10.33667/2078–5631–2021–14–36–44
6. Riley M. W., Sanwick R. T., Cochran D. J. Thermography and Repetitive Stress Trauma: A Pilot Study // Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting. 1985;29(2):172–175. doi: 10.1177/154193128502900217
7. Becerra A. G., Olguin-Tiznado J. E., Garcia Alcaraz J. L. et al. Infrared thermal imaging monitoring on hands when performing repetitive tasks: An experimental study // PLoS ONE (2021) 16(5): e0250733. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250733
8. Ammer K., Melnizky P., Kern E. Cold fingers after keyboard operation. Relationship with duration of typing // 12th International Conference of Thermal Engineering and Thermometry (THERMO), (2001) Budapest (Hungary) // Thermology international. 11(2):84–85.
9. Sharma S. D., Smith E. M., Hazleman B. L., Jenner J. R. Thermographic changes in keyboard operators with chronic forearm pain // BMJ. 11 Jan 1997. 314(7074):118. DOI: 10.1136/bmj.314.7074.118
10. Gold J. E., Cherniack M., Hanlon A., Soller B. Skin temperature and muscle blood volume changes in the hand after typing // Int. J. Ind. Ergon. 2010. 40(2), 161–164. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2009.07.001
11. Horáček J., Novotný J. Thermal response of hands to computer work: comparison of three assessment procedures // Computer Science, June 2019. P. 27–39. DOI: 10.5817/STS2019–1–39??
12. Littlejohn R. A. N. Thermographic Assessment of the Forearm During Data Entry Tasks: A Reliability Study. Thesis for Master of Science in Industrial and Systems Engineering. Blacksburg, VA, Virginia Tech, 2008. 68 pp.
13. Vardasca R., Ring F., Plassmann P., Jones C. Thermal monitoring of hand stress during keyboard typing // Proceedings of the 9th International Conference on Quantitative Infrared Thermography 2008. doi: 10.21611/qirt.2008.03_16_17
14. Seixas A., Rodrigues S. Dynamics of skin surface temperature in the hand after computer work: A review // Occupational Safety and Hygiene, 2016. IV, 299–304 (287–291?). CRC Press. DOI:10.1201/b21172–56
15. Govindu N. K., Babski-Reeves K. L. Thermographic assessment of the thenar thumb muscles during pipetting // International Journal of Human Factors and Ergonomics. 2012; 1, 268–281. DOI: 10.1504/IJHFE.2012.050865
16. Camargo C., Ordorica J., De La Vega E. J. et al. Analysis of temperature on the surface of the wrist due to repetitive movements using sensory thermography // Work. 2012. 41, 2569–2575. doi:10.3233/WOR-2012-0500–2569
17. Mohamed S., Frize M., Comeau G. Assessment of piano-related injuries using infrared imaging // Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE, 2011:4901–4904. DOI: 10.1109/IEMBS.2011.6091214
18. Cooke E. D., Steinberg M. D., Pearson R. M. et al. Reflex sympathetic dystrophy and repetitive strain injury: temperature and microcirculatory changes following mild cold stress // Journal of The Royal Society of Medicine. 1993; 86: 690–693. PMID: 8308805
19. Стулин И. Д., Карлов В. А., Костин А. В. и др. Ультразвуковые и тепловизионные методы диагностики заболеваний сосудов при массовых обследованиях работников ткацкого производства. Методические рекомендации. М.: Производственно-издательский комбинат ВНИИТИ, 1989. 23 с.
Stulin I. D., Karlov V. A., Kostin A. V., etc. Ultrasound and thermal imaging methods for the diagnosis of vascular diseases during mass examinations of workers in the weaving industry. Methodical recommendations. Moscow: VNIITI Production and Publishing Combine, 1989. 23 p.
20. Chehter A. I., Ginsburg L. I., Traktinsky A. G. Thermography in mass screening investigations of industrial workers // Proc. of SPIE (Bellingham, USA). 1992. V. 2106 (Iconics and Thermovision Systems). P. 105–107. doi: 10.1117/12.163686
21. Soares A. L., de Paula Xavier A. A., Michaloski A. O. Occupational Risk Evaluation Through Infrared Thermography: Development and Proposal of a Rapid Screening Tool for Risk Assessment Arising from Repetitive Actions of the Upper Limbs // Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 3390; 20 pp. doi:10.3390/ijerph17103390
22. Chen S.-W., An S.-B., Wang S.-H. Tracking and detecting occupational diseases for teachers with infrared imaging method // Proc. SPIE 7283, 4th International Symposium on Advanced Optical Manufacturing and Testing Technologies: Optical Test and Measurement Technology and Equipment, 72830C (20 May 2009). https://doi.org/10.1117/12.828594
23. Mannrich G., Tillmann M., Godinho M. S. Musculoskeletal labour overload study on nursing professionals: thermography as an ergonomic diagnostic mean // March 2018. DOI: 10.15406/jpmrj.2018.03.00087
24. Brioschi M. L., Okimoto M. L., Vargas J. V. The utilization of infrared imaging for occupational disease study in industrial work // Work. 2012;41 Suppl 1:503–509. http://dx.doi.org/10.3233/WOR-2012-0203–503
25. Camargo C., De La Vega E., Tiznado J. E. O. et al. Application of Sensory Thermography on Workers of a Wireless Industry in Mexico // World Academy of Science, Engineering and Technology Conference, Paris, July 2014;8(7):356–360.
26. Magalhaes M. F., Dibai-Filho A. V., de Oliveira Guirro E. C. et al. Evolution of skin temperature after the application of compressive forces on tendon muscle and myofascial trigger point // PLoS One 2015, 10 (6), e0129034. doi: 10.1371/journal.pone.0129034
27. Magalhaes C., Silva P., Vardasca R. et al. Reliability of Forearm Skin Thermal Assessment During Handgrip Exercise. In: Wandel Durch Partizipation, Chapter. 2019. P. 447–455. DOI: 10.1007/978–3–030–14730–3_48



ПО «облачной» архитектуры удаленного доступа для передачи, обработки и анализа термограмм в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах работы.

Программный комплекс «TVision» создан и работает в строгом соответствии с требованиями Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных»

Доступ к комплексу программ «TVision»[®] обеспечивается по модели SAAS (Software as a Service).

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНОЙ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ТЕРМОГРАММ «TVision»[®]



Производитель и правообладатель ООО «Дигнозис»
Россия, Москва, Ленинский проспект, д.146, офис 344
Телефон: +7(495)508-0646, +7(916)124-7499
www.dignosys.com info@dignosys.com

28. Magas V., de Souza M.A., Neves E.B., Nohama P. Evaluation of thermal imaging for the diagnosis of repetitive strain injuries of the wrist and hand joints // *Research on Biomedical Engineering*. April 2019. 35(1):57–64. DOI: 10.1007/s42600-019-00009-y
29. Gold J.E., Cherniack M., Hanlon A. et al. Skin temperature in the dorsal hand of office workers and severity of upper extremity musculoskeletal disorders // *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2009. vol. 82, no. 10, pp. 1281–1292. doi: 10.1007/s00420-009-0450-5
30. McLoone H., Jacobson M., Adams E., Johnson P. Infrared thermography to qualify and quantify interaction between hand and computer mouse and its relationship to comfort // *Proceedings of the 44th Human Factors and Ergonomics Society Congress 2000*, Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society. P. 47–50. <https://doi.org/10.1177/154193120004403213>
31. Resfe J., Zvagule T., Kurjane N. et al. Wrist hypothermia related to continuous work with a computer mouse: a digital infrared imaging pilot study // *Int J Environ Res Public Health* 2015, 12 (8) 9265–9281. doi:10.3390/ijerph120809265
32. de Souza Vianna B. E., Rodrigues Leite P. K., Butterworth E. et al. Preliminary Results on the Assessment of Temperature Distribution on Hands after Typing on Ergonomic and Non-ergonomic Postures. In book: *Human Interaction and Emerging Technologies*. January 2020. Chapter. DOI: 10.1007/978-3-030-25629-6_91
33. Cosma A.-C., Simha R. Thermal comfort modeling in transient conditions using real-time local body temperature extraction with a thermographic camera // *Building and Environment*. June 2018;143. DOI: 10.1016/j.buildenv.2018.06.052
34. Wang D., Zhang H., Arens E., Huizenga C. Observations of upper-extremity skin temperature and corresponding overall-body thermal sensations and comfort // *Building and Environment*. 2007;42(12):3933–3943. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.06.035>
35. Pejnović N., Frančević B. Testing heat transfer in protective clothing using a thermovision camera // *Sigurnost* 2019; 61 (3): 209–216. <https://doi.org/10.31306/s.61.3.7>
36. Bourlai T., Pryor R.R., Suyama J. et al. Use of thermal imagery for estimation of core body temperature during precooling, exertion, and recovery in wildland firefighter protective clothing // *Prehospital Emergency Care* 2012, 16 (3): 390–399. doi: 10.3109/10903127.2012.670689
37. Hill R.W., Tattersall G. J., Campbell K.L. et al. Thermal Imaging and Physiological Analysis of Cold-Climate Caribou-Skin Clothing // *Arctic*, March 2020. 73(1):40–52. DOI: 10.14430/arctic69909
38. Wu Z., Li N., Cui H. et al. Using Upper Extremity Skin Temperatures to Assess Thermal Comfort in Office Buildings in Changsha, China // *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, 1092. doi: 10.3390/ijerph14101092
39. Tirloni A. S., dos Reis D. C., Dias N. F., Moro A. R. P. The Use of Personal Protective Equipment: Finger Temperatures and Thermal Sensation of Workers' Exposure to Cold Environment // *Int J Environ Res. Public Health*. 2018, 15, 2583. 14 pp. doi:10.3390/ijerph15112583
40. Urakov A., Stolyarenko A. Temperature dynamics of the musician's fingers when playing the saxophone in cold conditions // *Thermology international* 31(3)(2021): 129–131.
41. Urakov A. L., Demment'ev V. B., Gadelshina A. A. Temperature dynamics of the index fingertip after contact with the rifle trigger in frosty weather // *Thermology International* 2018; 28 (Supplement) S19.
42. Ohliger A. Can Ergonomic Stress Be Measured Using Thermography // *InfraMation Proceedings*. 2006.
43. Mohamad Rashid M. R., Mohd Amran M. D., Ikbar A. W., Khairanum S. The Development of Ergonomics Risk Assessment Method using Infrared Thermal Imaging // *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, March 2020, Volume 9, No.1.1, P. 142–148. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/2691.12020

Статья поступила / Received 15.04.2022
Получена после рецензирования / Revised 19.04.2022
Принята к публикации / Accepted 19.04.2022

Сведения об авторах

Воловик М. Г.^{1,3}, д.б.н., ведущий научный сотрудник¹, ORCID: 0000-0002-5459-2545
Долгов И. М.^{2,3}, д.м.н., лауреат Гос. премии РФ, ORCID: 0000-0002-5511-2545

¹ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород

²Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины ФМБА России, Москва

³ООО «Дигносис», Москва

Автор для переписки: Воловик М. Г. E-mail: volovik@dignosis.com

Для цитирования: Воловик М. Г., Долгов И. М. Значение термографии кистей рук в диагностике травмы повторяющегося напряжения, для массовых профосмотров и в эргономике. *Медицинский алфавит*. 2022; (10): 47–52. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-47-52>.

About authors

Volovik M. G.^{1,3}, Dr Bio Sci (habil), leading researcher¹, ORCID: 0000-0002-5459-2545
Dolgov I. M.^{2,3}, DM Sci (habil), laureate of the State. RF awards, ORCID: 0000-0002-5511-2545

¹Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

²Federal Scientific and Clinical Center of Sport Medicine Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia

³LLO «Dignosis», Moscow, Russia

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

For citation: Volovik M. G., Dolgov I. M. The importance of thermal topography of the hands in the diagnosis of repetitive strain injury, for mass occupational medical examinations and in ergonomics. *Medical alphabet*. 2022; (10): 47–52. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-47-52>.



Подписка на журнал 2022 год



Медицинский алфавит

«Медицинский алфавит». Серия **«Современная функциональная диагностика»**

Печатная версия – 700 руб. за номер, электронная версия любого журнала – 5000 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.

Цена (за год) 2800 руб. 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-zhurnal/> в разделе **«Издательство медицинской литературы»**.

к 155-летию А. Ф. Самойлова

Основатель клинической физиологии и функциональной диагностики – Александр Филиппович Самойлов

Ю. Э. Терегулов, М. А. Подольская

Казанская государственная медицинская академия — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань

Founder of clinical physiology and functional diagnostics – Alexander Filippovich Samoilov

Yu. E. Teregulov, M. A. Podolskaya

¹Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

«Новая глава в научном изучении сердечных болезней внесена не работой одного человека, но работой тех многих талантливых людей, которые проводили свои научные исследования, не подчиняясь никаким политическим границам. Эти лица посвятили свою энергию идеальной цели – развитию науки, которая служит, наконец, страждущему человечеству», – эти слова в Нобелевской речи в 1924 году Виллем Эйнтховен посвятил своему близкому другу, единомышленнику и коллеге, российскому и советскому физиологу Александру Филипповичу Самойлову.

А. Ф. Самойлов (Абрам Фишелевич Шмуйль) родился 7 апреля (по новому стилю) 1867 года в г. Одессе. Отец умер рано, и все заботы содержания семьи и воспитания детей легли на мать Еву Марковну. Она сумела дать детям прекрасное разностороннее образование. Её сын Александр стал великим физиологом, сын Яков – профессором минералогии и кристаллографии Московского университета.

В августе 1883 г. шестнадцатилетний выпускник Одесской гимназии Александр Самойлов на VII Съезде естествоиспытателей и врачей в Одессе услышал доклад ученика Ивана Михайловича Сеченова Н. Е. Введенского об исследованиях электрических процессов в нервах и мышцах с помощью телефона. Это выступление настолько поразило молодого Самойлова, что он решил посвятить себя изучению животного электричества. [1]. В 1929 году в Бостоне (США) в выступлении перед американскими врачами он вспоминал: «В юности я заинтересовался электрофизиологией и когда впервые



Рисунок 1. А. Ф. Самойлов (1867–1930).

увидел в микроскопе движение мениска ртути, вызванное сердцем, могу сказать, что я был навеки побежден электрофизиологией» [2].

Александр Филиппович Самойлов – воспитанник двух университетов. В 1884–1886 годах он студент естественно исторического отделения физико-математического факультета Новороссийского университета в Одессе, где получил знания по физике, химии, математике. Стремление Самойлова к физиологии привело к переходу в 1886 г. на медицинский факультет Дерптского университета, ныне г. Тарту в Эстонии.

7 декабря 1891 г. под руководством немецкого фармаколога Э. Р. Коберта Самойлов защитил докторскую диссертацию «О судьбе железа в животном организме», написанную на немецком языке. Эта работа была высоко оценена И. И. Мечниковым: «...результаты циркуляции железа и данные Самойлова из Дерптской школы о происхождении растворимых солей серебра доказывают, как велика роль фагоцитов в поглощении и переносе металлов. Это достаточно, чтобы признать большое значение этих клеток как терапевтических центров организма» [1].

После окончания университета с 1892 по 1894 гг. А. Ф. Самойлов работает младшим медицинским чиновником в физиологической лаборатории И. П. Павлова

в Институте экспериментальной медицины С. Петербурга. В 1925 году он написал в письме к Ивану Петровичу: «Как ярко я помню все пережитое мною в молодые годы у Вас в лаборатории. Теперь с тех пор прошло более 30 лет, я сам уже приближаюсь к старости и хорошо отдаю себе отчет, что именно у Вас в лаборатории я тогда стал человеком. Все остальное уже шло само собою. Только благодаря Вашей помощи и влиянию я мог сделаться Вашим товарищем по благороднейшему оружию. Примите мою искреннюю благодарность за все» [3].

В то время Павлов занимался физиологией пищеварения, а Александр Филиппович стремился к исследованию электрических процессов в живом организме. Поэтому Самойлов с радостью принял приглашение Ивана Михайловича Сеченова, который в это время занимался исследованием нервной системы, и в 1894 г. был принят в Московский университет сверхштатным лаборантом, а уже в 1896 г. Александр Филиппович был избран приват-доцентом.

Самойлов и Сеченов оказались близки по образованию, кругу интересов, талантам. Александр Филиппович, как и Сеченов, имел основательную подготовку по физике, химии, математике. У Сеченова в его прекрасно оснащенной физиологической лаборатории Александр Самойлов проработал 10 лет. Первые работы были посвящены изучению и освоению физических приборов, и прежде всего капиллярного электрометра Липпмана. До него в России для исследования биотоков использовался только малоинформативный телефонический метод Введенского. В эти же годы Самойлов работает в лабораториях Европы у профессоров Л. Германна в Кенигсберге, В. Нагеля в Берлине, у И. Криса во Фрейбурге, проводит научные исследования по физиологии зрения, слуха, физиологической и музыкальной акустике, изучает электрические процессы в мышцах и нервах с помощью капиллярного электрометра. Результаты публикуются в европейских журналах. Именно в этот период Самойлов состоялся как известный ученый.

В апреле 1899 года И. М. Сеченов обратился с ходатайством к ректору Московского университета о «возведении приват-доцента А. Ф. Самойлова в звание сверхштатного экстраординарного профессора без содержания», в чем ему было отказано.

3 октября 1903 г. А. Ф. Самойлов был избран ordinарным профессором кафедры зоологии, сравнительной анатомии и физиологии физико-математического факультета Императорского Казанского университета.

Начался казанский, самый плодотворный период его деятельности [4]. Здесь ученый создает одну из лучших в Европе электрофизиологическую лабораторию для исследования токов действия мышц. Для этого в начале работы Самойлова в Казани использовался капиллярный электрометр Липпмана. Электрометр представлял собой стеклянную трубку, один из концов которой вытягивали в капилляр и наполняли разведенной серной кислотой. Широкий конец трубки заполняли ртутью. В трубке на границе раздела между кислотой и ртутью образуется мениск. К концам трубки присоединяли исследуемый

источник тока, под действием которого мениск смещался. Движение мениска регистрируется на фотопленке, двигающейся в горизонтальной плоскости, в результате появляется кривая изменения электрического тока. Кривая токов сердца была мало похожа на классическую ЭКГ и требовала коррекции на инертность ртути (рис. 2). «В работе с капиллярным электрометром не существует определенных правил, здесь царит еще полная эмпирия и навык работающего имеет преобладающее значение», – писал А. Ф. Самойлов [5]. Александр Филиппович усовершенствовал прибор, добился предельно высокого уровня чувствительности и ввел новый метод многократного фотографирования отклонений капиллярного электрометра. Столь совершенного и разнообразного применения этого прибора для физиологических исследований не было ни у одного физиолога. Капиллярный электрометр не мог быть широко внедрен в практику, и использовался только для научных исследований в лабораторных условиях. Появление струнного гальванометра, созданного выдающимся голландским физиком и физиологом Виллемом Эйнтховеном, позволило начать широкое проведение электрокардиографических исследований во всем мире. «...Я изобрел инструмент, который удовлетворял всем требованиям, и особенно подходил для записи электрокардиограммы человека непосредственно в своей почти точной пропорции. Существенная часть этого инструмента – струнного гальванометра – это посеребренная нить, натянутая подобно струне в сильном магнитном поле. При прохождении электричества через эту кварцевую нить, нить проявляет движение, которое может быть замечено и сфотографировано благодаря значительному увеличению, точно так же как движение ртути в капиллярном электрометре. Можно урегулировать чувствительность гальванометра очень тщательно, без большого усилия, натягивая и ослабляя струну», – в 1903 году писал В. Эйнтховен в работе «Гальванометрическая регистрация человеческой электрокардиограммы». На рисунке 2 представлена кривая биотоков сердца, записанная на капиллярном электрометре Липпмана (сверху). В середине кривая после коррекции на инертность ртути, снизу кривая, записанная на струнном гальванометре Эйнтховена.

В 1904 году А. Ф. Самойлов на VI Международном конгрессе физиологов в Брюсселе познакомился В. Эйнтховеном и его струнным гальванометром. Эта встреча положила начало дружбе двух ученых и определила направление научных исследований А. Ф. Самойлова на ближайшие 12 лет. В 1906 году Самойлов приобрел струнный гальванометр и впервые в России зарегистрировал электрокардиограмму сердца лягушки и человека. Регистрацию ЭКГ на струнном гальванометре Александр Филиппович проводил на своих сотрудниках. Первая в России запись ЭКГ больной была сделана им в 1908 г. совместно с профессором терапии А. Н. Казем-Бекком.

В докладе на годичном собрании Московского терапевтического общества 30 января 1908 г. А. Ф. Самойлов сообщил [6]: «Струнный гальванометр был приобретен для лаборатории не в целях исследования больных. Электрокардиограмму нормального человеческого сердца

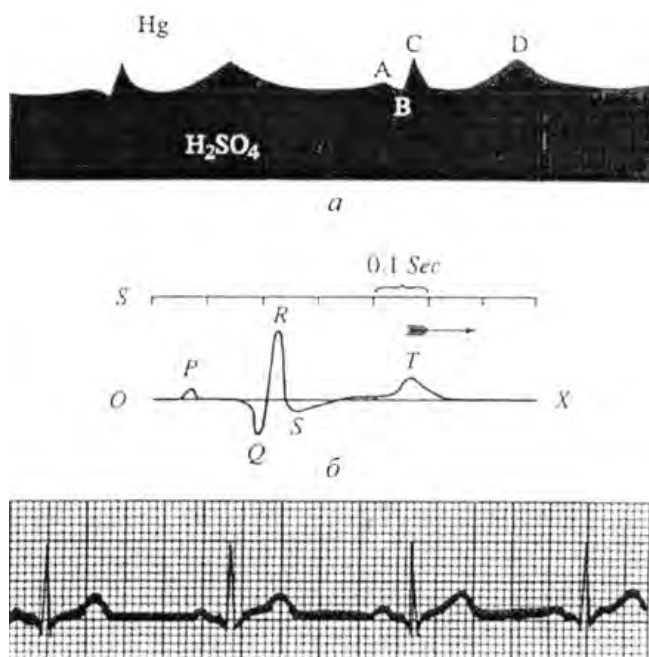


Рисунок 2. Кривые биотоков сердца, зарегистрированные разными приборами: на капиллярном электрометре Липпмана до и после коррекции (а, б) и на струнном гальванометре Эйнтховена (снизу).



Рисунок 3. Первая зарегистрированная в России ЭКГ во II стандартном отведении пациента с митральным стенозом. Казань, 1908.

я записывал только для того, чтобы проверить качество инструмента ...Однако, когда техника пользования инструментом была окончательно налажена, я по просьбе профессора А. Н. Казем-Бека, согласился записать кривую сердечных тонов одной больной женщины, присланной из клиники в лабораторию. Я не знал характер ее сердечного заболевания и, конечно не исследовал ее, потому что со времени школьной скамьи практической медициной не занимался. Я отвел токи ее сердца чрез обе руки к гальванометру и экспонировал электрокардиограмму. Через минуту проявляя кривую в темной комнате, я заметил сильнейшее отклонение кривой от нормального вида. Было ясно, что часть электрокардиограммы, соответствующая предсердию, значительно выше и положительнее, чем в электрокардиограмме нормального сердца; очевидно предсердие работало с большим напряжением, чем обыкновенно у здорового человека. Оказалось, что обычными способами у этой больной было найдено сужение левого атриовентрикулярного отверстия. Итак, мой диагноз, по существу дела совпадающий с диагнозом клинициста, но основанный на данных электрокардиограммы, определял характер заболевания с иной стороны,



Рисунок 4. Руководство по электрокардиографии А. Ф. Самойлова с дарственной надписью А. Н. Казем-Беку, 1909

со стороны силы деятельности предсердия». Рисунок 3.

За один год Александр Филиппович набрал большой материал электрокардиограмм здоровых лиц и больных, и в 1909 г. издал на немецком языке «Elektrokardiogramme» [7], – первое в мире руководство по электрокардиографии с клиническими примерами (рис. 4).

Эта книга и сейчас вызывает восхищение научными предвидениями автора. Александр Филиппович в ней подробно описывает методику ЭКГ-исследования на струнном гальванометре, показывает влияние дыхания, мышечного напряжения на регистрацию кривых, анализирует формирование электрокардиографических кривой, разбирает клинические примеры по диагностике увеличения предсердий, гипертрофии левого и правого желудочков сердца, предсердных и желудочковых экстрасистол, АВ блокад. Автор отмечает с одной стороны, большое разнообразие зубца Т в норме у разных людей, с другой – выделяет диагностическую ценность изменения зубца Т при патологии сердца: «Если мы найдем при отведении I или II низкий, или отрицательный зубец Т, то мы имеем дело с больным сердцем...».

Александр Филиппович проводил опыты по регистрации электрокардиограммы сразу двух человек, которые держались за руки. Он пишет: я «включил их обоих в проводящий круг с гальванометром, вследствие чего возникла

комбинированная ЭКГ двух сердец». Если пациенты держались одной рукой и смотрели в одну сторону, то ЭКГ их сердец имели тоже одно направление. Но если они держались двумя руками и смотрели друг на друга, то ЭКГ их сердец имели противоположное направление: «...когда мы друг другу привычным образом протягиваем руки, токи наших сердец в обоих телах распространяются противоположно. Включенный гальванометр записывает в таком случае кривую, которая нам сразу же говорит: здесь бьются два сердца».

Это наблюдение приводит его к рассуждению об ЭКГ плода. Он пишет, что на ЭКГ беременной можно различить ЭКГ сердца плода и даже определить двойню. «Если «два ряда плодных зубцов» могли быть зарегистрированы с такой четкостью, как комбинированная ЭКГ двух сердец взрослых людей, то мы были бы в состоянии не только поставить диагноз о близнецах, но и обладали бы очень ценным материалом, который мог бы быть использован для заключения о расположении обоих плодов» [6].

Анализируя ЭКГ с желудочковыми экстрасистолами, ученый показал, что можно «по направлению отклонения фаз определить место возникновения вентрикулярной систолы, т.е. справа или слева». Фактически, Самойлов предложил использовать векторный анализ для оценки расположения плодов, а также очагов желудочковой экстрасистолы. В дальнейшем в своей работе 1930 года «Кольцевой ритм возбуждения» [8] он показал возможности использования этого подхода для оценки направления движения круговой волны возбуждения при «порхании» (трепетании) предсердий.

Александр Филиппович видел большие перспективы развития поликардиографических методов исследования: «Следует учитывать, что благодаря электрокардиографическому методу прежние методы исследования сердца, то есть регистрация артериального пульса, венного пульса, сердечных толчков приобретают существенное значение» «Струнный гальванометр может найти также применение для регистрации акустических явлений сердца. Можно представить, какое значение имел бы график, на котором рядом с ЭКГ была бы еще кривая сердечных тонов, с моментами закрытия створчатых клапанов и полулунных клапанов». Особое значение он также придавал синхронной регистрации кривых артериального пульса и электрокардиограммы при желудочковой экстрасистолы.

А. Ф. Самойлов понял значение электрокардиографических исследований для клиники и считал необходимым, чтобы они «...не только удовлетворяли нашу научную любознательность, но и принесли бы пользу и помощь наиболее чуткому и страждущему органу современного человека – сердцу». Он задается вопросом: «... как следует реализовывать метод электрокардиограмм в клинической практике? Эйнтховен решил задачу следующим образом – соединил свой институт с университетской клиникой проводами и регистрировал в своей лаборатории сердечные токи больных, которые находились в клинике». Александр Филиппович не был согласен с таким подходом: «... физиологическая методика ЭКГ дала нам в руки мощное средство исследования сердечной деятельности

в нормальных и патологических случаях. Без сомнения, кривые сердечных токов должны регистрироваться в самой клинике. Клиника должна сама исследовать свои задачи» [9].

Длительное время лаборатория Самойлова оставалась единственным в России центром обучения электрокардиографическому методу. Ученик А. Ф. Самойлова академик Василий Васильевич Парин писал: «Сюда, как паломники в Мекку, съезжались со всей России физиологи, чтобы научиться работать с Эйнтховенским струнным гальванометром. То был один из первых электрокардиографических аппаратов, казавшихся чудом техники».

23 апреля 1920 г. был основан Казанский клинический институт для усовершенствования врачей, будущий ГИДУВ. 15 июня 1920 г. его Временное правление постановило «Просить профессора Самойлова провести курс кардиографии» [10]. Александр Филиппович принимает приглашение и активно включается в работу института. 13 ноября 1920 года он читает первую лекцию, где говорит о появлении нового типа врача с его обширными знаниями физики, оптики, фотографической техники, о новых формах врачебного мышления, связанного с внедрением в клинику электрокардиографического метода. С 1921 г. Самойлов читал курс лекций для врачей «Графические методы исследования сердечной деятельности» [11]. В своих лекциях он разбирал физиологию сердца, технику регистрации электрокардиограммы на струнном гальванометре, значение ЭКГ метода для изучения болезней сердца на примерах и разборах больных. Александр Филиппович ввел в науку и практику хорошо нам известную аббревиатуру «ЭКГ».

Большое значение А. Ф. Самойлов придавал изучению аритмий: «Здесь не только можно с большей точностью поставить диагноз, чем при помощи других способов изучения, но электрокардиография была поводом к установлению целого ряда новых случаев, новых различных болезней, которые без ЭКГ совсем не могли быть установлены». Отдельные лекции были посвящены экстрасистолии, мельканию (фибрилляции), порханию (трепетанию), предсердий.

Самойлов стал основоположником клинической физиологии. В 1924 г. он выступил перед казанскими врачами с программным докладом о задачах клинической физиологии, где подчеркивал необходимость тесного контакта между клиницистами и электрофизиологами, между клиническими методами и электрокардиографией. В своей работе «Организм человека как объект физиологического исследования» в 1925 году он писал: «Мысль о необходимости гармоничной, согласованной, совместной работе чистых теоретиков и клиницистов чувствовалась всегда, но она с особенной настойчивостью проникает в сознание в последнее время. Мне кажется, что в условиях нашей жизни, в России, намеченная идея может быть, прежде всего, осуществлена внедрением теоретических лабораторий в наши клинические институты».

Научные работы А. Ф. Самойлова и его педагогическая деятельность привели к развитию и внедрению электрокардиографии в клиническую практику и в России, и во всем мире, к появлению новой дисциплины – клинической физиологии

и функциональная диагностика. Это направление было активно поддержано его учениками основоположником космической медицины академиком В.В. Париным, членом корреспондентом АН БССР, директором института теоретической и клинической медицины АН БССР И.А. Ветохиным, заведующим кафедрой физиологии Казанского университета в 1935–1937 гг. М.А. Киселевым, академиком И.С. Бериташвили.

С 1920 г. физиологическая лаборатория Казанского университета проводила ЭКГ исследования для клиник Казани. Самойлов активно участвовал в организации и в работе электрокардиографических кабинетов в терапевтической клинике Петроградского института (1921 г.), больнице им. Боткина (1926 г.) и в Институте профессиональных заболеваний им. Обухова в Москве (1927 г.).

В лаборатории Самойлова для освоения струнного гальванометра стажировались молодые физиологи, ставшие выдающимися учеными: И.С. Беритов, А.Н. Магницкий, А.З. Чернов, М.С. Смирнов, Г.С. Юньев, С.М. Свердлов, И.А. Ветохин.

Александр Филиппович состоял в научной переписке более чем с сорока выдающимися зарубежными учеными Уоллером, Эйнтховеном, Магнусом, Радемакером, Кенноном, Фультоном, Ротбергером, Эдрианом, Уайтом, Хиллом, Старлингом и другими. По приглашению Эйнтховена в 1921 и 1922 гг. Самойлов прочитал курс лекций в Лейденском университете на немецком и голландском языках. Самойлова приглашали с лекциями и докладами в Голландию, Англию, Швецию, Германию, Австрию. Три раза он с научными целями посещал США. Вот что в 1926 году после прочтения Самойловым курса лекций написал американский кардиолог П. Уайт в Россию в Комиссариат народного просвещения наркому Н.В. Луначарскому:

«Сэр профессор Самойлов провел в сентябре в г. Бостоне лекции по электрофизиологии, беседы с докторами и студентами в Гарвардском университетской медицинской школе



Рисунок 5. Неделя русской науки в Берлине, 1927 год.

Слева направо: (сидят) 2-й – А.В. Луначарский, 3-й – президент Немецкого общества содействия развитию наук Шмидт-Отт, 4-й – Н.А. Семашко, 5-я – М.П. Кольцова; (стоят) 1-й – А.Г. Гурвич, 2-й – П.П. Лазарев, 3-й – Альберт Эйнштейн, 6-й – А.Ф. Самойлов, 10-й – А.И. Абрикосов, 12-й – полпред СССР в Германии Н.Н. Крестинский, 13-й – А.Е. Ферсман, 14-й – Н.К. Кольцов, 16-й – А.В. Палладин, 17-й – В.Н. Ипатьев, 19-й – А.А. Борисак, 20-й – Л.Я. Брусиловский, 21-й – А.Е. Чичибабин, 23-й – П.М. Никифоров, 24-й – В.И. Вернадский.

в Массачусетском центральном госпитале, которые принесли им большую пользу. Я, пользуясь этим случаем, чтобы выразить Вам, как высоко мы ценим его посещение нас в Америке. Он один из величайших ученых мира в настоящее время, и мы были бы счастливы снова видеть его у нас, если представится возможность».

А.Ф. Самойлов 1921 году был избран профессором кафедры физиологии Ветеринарного института в Москве, а в 1924 году приглашен заведовать кафедрой физиологии животных физико-математического факультета Московского университета. В 1929 г. Самойлов без конкурса был избран на кафедру физиологии медицинского факультета Казанского университета. Он одновременно руководил кафедрами в Казани и Москве, дважды в год ездил в Москву для чтения курса лекций.

С 19 по 26 июня 1927 г. в Берлине и других городах Германии проводилась «Неделя русских ученых и русской науки». Среди 18 выдающихся представителей советской науки там был и А.Ф. Самойлов. Сохранилась фотография, где запечатлена делегация СССР с Альбертом Эйнштейном (рис. 5).

Самойлов выступил в Берлине с двумя докладами: «О переходе возбуждения с клетки на клетку» [13] и «Ригидность и пластичность мышц децеребрированных животных» [14]. Свое выступление он закончил замечательными словами: *«Именно в этом и заключается яркая черта науки, и в частности, естествознания, что узко специализированные вопросы при глубоком анализе приводят к выводам, имеющим общий характер, к выводам, свидетельствующим о единстве жизни, а по отношению к людям – о необходимости их объединения и дружеского сближения».*

Эти слова точно характеризуют личность Александра Филипповича и его научное кредо.

Александр Филиппович Самойлов был хорошим пианистом, выступал с концертами. В 1902 г. в Москве он организовал Научно-музыкальный кружок, членами которого были композиторы, физики, физиологи, музыковеды. В Московском университете Александр Филиппович читал курс лекций «Звук и музыка» с демонстрацией опытов, в Казанской Восточной консерватории – лекции по физиологической и музыкальной акустике и теории музыки. За выдающиеся заслуги в развитии электрофизиологии и электрокардиографии в 1930 г. А.Ф. Самойлову присуждена Государственная премия им. В.И. Ленина и присвоено звание Заслуженного деятеля науки.

Александр Филиппович скончался от инфаркта миокарда у себя дома в Казани 22 июля 1930 года и погребен на Введенском кладбище Москвы.

Вклад А. Ф. Самойлова в клиническую электрофизиологию [6]

1906 – записана первая ЭКГ здорового человека в России.

1908 – записана первая в России электрокардиограмма больной в клинических условиях.

1908 – описаны изменения ЭКГ при дыхательных движениях.

1908 – установлено, что «каждая нормальная ЭКГ одного сердца должна рассматриваться равным образом как комбинированная. Ибо наше правое и левое сердце в нормальных условиях работают синхронно, и комбинированный характер результирующих токов остается скрытым».

1909 – опубликовано первое в мире руководство по электрокардиографии.

1909 – на ЭКГ установлена связь между мышечным напряжением предсердий и изменениями зубца Р.

1910 – первая в мире запись монофазной кривой при случайном повреждении сердечной мышцы лягушки, – получена модель изменений ЭКГ при инфаркте миокарда.

1910 – в эксперименте по частичной перерезке желудочка изучены различные аспекты атриовентрикулярной проводимости и воспроизведен вариант предсердно-желудочковой блокады, которому присвоено название «атриовентрикулярная блокада с периодами Венкебаха-Самойлова».

1910 – опубликована статья «Дальнейший вклад в электрофизиологию сердца», обобщающая результаты электрокардиографии с анализом значения зубцов ЭКГ. Отмечена изменчивость зубца «Т» как самой чувствительной части кривой токов действия сердца;

- описано влияние раздражения п. Vagus на сердце, снижение и даже инверсия зубца Т;
- установлены изменения ЭКГ при экстрасистолах, выделены предэкзотические интервалы и компенсаторные паузы.

1913 – подтверждение феномена В. Гаскелла (1887) – увеличение тока покоя миокардиоцита при возбуждении п. Vagus.

1914 – описаны электрокардиографические критерии транспозиции внутренних органов.

1923 – на струнном гальванометре на сердце черепахи впервые зарегистрировано экспериментально вызванное круговое движение волны возбуждения.

1925 – экспериментально доказано, что переход возбуждения с нерва на мышцу осуществляется химическим путем.

1925 – в статье «Организм человека как объект физиологического исследования» обоснована необходимость клинической физиологии, определены ее задачи и перспективы.

1927 – совместно с М. А. Киселевым экспериментально доказана гуморальная природа центрального торможения.

1930 – в статье «Кольцевой ритм возбуждения» на анализе своих экспериментов и работ Мейера, Майнса, Ветехина, Льюиса обосновано положение о том, что при мелькании (мерцании) и порхании (трепетании) предсердий лежит явление Re-entry.

Вклад А. Ф. Самойлова в физиологию, нейрофизиологию, клиническую кардиологию, теорию музыки поставил ученого в число первых мировых физиологов конца XIX – первой трети XX столетий.

Список литературы / References

1. Григорян Н. А. Александр Филиппович Самойлов. М.: Изд-во Академии Наук СССР. – 1963. – С. – 203.
Grigoryan N. A. Alexander Filippovich Samoilov. M.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. – 1963. – WPH. – 203.
2. Самойлов А. Ф. Избранные статьи и речи. М.: Изд. АН СССР. – 1946. – С. – 315.
Samoilov A. F. Selected articles and speeches. M.: Ed. Academy of Sciences of the USSR. – 1946. – С. – 315.
3. Самойлов А. Ф. Общая характеристика исследовательского облика И. П. Павлова. Журн. эксперим. биологии, 1925, т. 1, вып. 1–2.
Samoilov A. F. General characteristics of the research appearance of I. P. Pavlov. *Jur. experiment. biology*, 1925, v. 1, no. 1–2.
4. Звёздочкина Н. В., Зефирова А. Л., Писарева С. В., Ю. Э. Терегулов, Александр Филиппович Самойлов. К 150-летию со дня рождения. – Казань, 2017. – С. – 36.
Zvezdochkina N. V., Zefirova A. L., Pisareva S. V., Yu. E. Teregulov. Alexander Filippovich Samoilov. To the 150th anniversary of his birth. – Kazan, 2017. – P. – 36.
5. Электрофизиологический метод в учении о рефlekсах. Успехи современной биологии, 1932. – Т. 1, – вып. 5–6. – С. 148–200.
Electrophysiological method in the study of reflexes. Advances in Modern Biology, 1932. – Vol. 1, – Issue. 5–6. – S. 148–200.

6. Макаров Л. М. Терегулов Ю. Э. Самойлов А. Ф. – основатель российской электрокардиографии. // *Практическая медицина* – 2015. – № 3 (88) – Т. 1, – С. 7–11.
Makarov L. M. Teregulov Yu. E. Samoilov A. F. – founder of Russian electrocardiography. // *Practical medicine* – 2015. – No. 3 (88) – T. 1, – S. 7–11.
7. Samoiloff A. F. *Elektrokardiogramme. Sammlung anatomischer und physiologischer Vorträge und Aufsätze*. Hrsg. Goepo u. Nagel; Jena, Verlag von Gustav Fisher, 1909.
8. Самойлов А. Ф. Кольцевой ритм возбуждения. Научное слово. – 1930 – № 2 – С. 73–101.
Samoilov A. F. Ring rhythm of excitation. *Scientific word*. – 1930 – No. 2 – S. 73–101.
9. Самойлов А. Ф. Избранные статьи и речи. М.: Изд-во Академии Наук СССР. – 1946. – С. – 315.
Samoilov A. F. Selected articles and speeches. M.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. – 1946. – S. – 315.
10. Государственный архив Республики Татарстан, – 7347–1–6.
State Archive of the Republic of Tatarstan, – 7347–1–6.
11. Расписание занятий Казанского клинического института: фонд Музея истории КГМА. Schedule of classes of the Kazan Clinical Institute: fund of the Museum of History of KSGMA.
12. Самойлов А. Ф. «Организм человека как объект физиологического исследования». // А. Ф. Самойлов. Избранные труды: М. Наука, 1967. – С. – 238–247.
Samoilov A. F. "The human body as an object of physiological research." // A. F. Samoilov. *Selected works*: M. Nauka, 1967. – P. – 238–247.
13. Samoiloff A. Ueber den Uebergang der Erregung von einer Zelle zur anderen. Die Naturwissenschaft in der Sowjet-Union, Berlin, 1929, S. 276–304.
14. Samoiloff A. Die Rigidität und Plastizität der Muskeln des dezerbrieren Tieres. Die Naturwissenschaft in der Sowjet-Union, Berlin, 1929, S. 266–275.

Статья поступила / Received 20.04.2022

Получена после рецензирования / Revised 28.04.2022

Принята к публикации / Accepted 28.04.2022

Сведения об авторах

Терегулов Юрий Эмильевич, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой функциональной диагностики. E-mail: tereg2@mail.ru.
ORCID: 0000-0001-9120-142X

Подольская Марина Алексеевна, к. м. н., доцент кафедры реабилитологии и спортивной медицины. E-mail: maro7@mail.ru. ORCID 0000-0003-4065-2372и

Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань

Автор для переписки: Терегулов Юрий Эмильевич. E-mail: tereg2@mail.ru

About authors

Teregulov Yuri E., DM Sci (habil.), associate professor, head of Dept of Functional Diagnostics. E-mail: tereg2@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9120-142X

Podolskaya Marina A., PhD Med, associate professor at Dept of Rehabilitology and Sports Medicine. E-mail: maro7@mail.ru. ORCID 0000-0003-4065-2372и

Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia

Corresponding author: Teregulov Yuri E. E-mail: tereg2@mail.ru

Для цитирования: Терегулов Ю. Э., Подольская М. А. Основатель клинической физиологии и функциональной диагностики – Александр Филиппович Самойлов. Медицинский алфавит. 2022; (10): 53–58. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-53-58>.

For citation: Teregulov Yu. E., Podolskaya M. A. Founder of clinical physiology and functional diagnostics – Alexander Filippovich Samoilov. *Medical alphabet*. 2022; (10): 53–58. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-53-58>.



Кризис количественной электроэнцефалографии

Критические замечания на статьи «Опрос российских врачей о проведении рутинной электроэнцефалографии» и «Правила регистрации рутинной ЭЭГ» коллектива авторов в составе М. В. Синкина, Е. П. Богдановой, О. Д. Ельшиной, А. А. Троицкого

А. Б. Иванов

ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 имени Г. Н. Сперанского Департамента здравоохранения Москвы», Москва

РЕЗЮМЕ

Автор данной статьи вступил в дискуссию с авторами статей «Опросник...» и «Правила...», считая, что обсуждаемые ими вопросы отстали от современных возможностей как минимум на пол столетия. Автор считает, что, не умаляя успехов ЭЭГ в области диагностики эпилепсии, актуальными проблемой является развитие электроэнцефалографии в исследовании ментальных функций, где заметную роль должна занимать количественная ЭЭГ. По мнению автора тормозом для развития этого направления являются слабое знание этих вопросов не только практическими нейрофизиологами, но преподавательским составом на кафедрах повышения квалификации. Одна из главных причин этого является неадекватный уровень математического сопровождения в программных продуктах ведущих фирм выпускающих компьютерные электроэнцефалографы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭЭГ, ментальные функции, программное обеспечение ЭЭГ, количественная ЭЭГ.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Crisis of quantitative electroencephalography

Critical remarks on two articles 'Survey of Russian doctors about routine electroencephalography' and 'Rules for registration of routine EEG' by a team of authors consisting of M. V. Sinkin, E. P. Bogdanova, O. D. Elshina, A. A. Troitchkiy

L. B. Ivanov

Children's City Clinical Hospital No. 9 n.a. G. N. Speransky, Moscow, Russia

SUMMARY

The author of this article entered into a discussion with the authors of these articles 'Questionnaire ...' and 'Rules ...', believing that the issues they discussed were at least half a century behind modern possibilities. The author believes that, without detracting from the success of EEG in the field of diagnosing epilepsy, the development of electroencephalography in the study of mental functions, where quantitative EEG should play a significant role, is an urgent problem. In the author's opinion, the brake on the development of this direction is the poor knowledge of these issues not only by practical neurophysiologists, but also by teaching staff at advanced training departments. One of the main reasons for this is the inadequate level of mathematical support in the software products of the leading companies producing computer electroencephalographs.

KEY WORDS: EEG, mental functions, EEG software, quantitative EEG.

CONFLICT OF INTEREST. The author declares no conflict of interest.

В журнале Медицинский алфавит «Современная функциональная диагностика» № 39/2021 (4) опубликованы две статьи «Опрос российских врачей о проведении рутинной электроэнцефалографии» и «Правила регистрации рутинной ЭЭГ» коллектива авторов в составе М. В. Синкина, Е. П. Богдановой, О. Д. Ельшиной, А. А. Троицкого.

Основной мотив вопросов можно свести к «Нарушаете ли вы регламентные условия выполнения методики регистрации ЭЭГ и в какой мере?» При этом узловыми вопросами такие как: «Почему Вы это делаете? Что вас вынуждает это делать?» Эти насущные вопросы составителей опросника не интересовали.

В опроснике организационные вопросы перемежаются с методическими. Например, задан вопрос, выполняется ли проба ритмической фотостимуляции с открытыми или закрытыми глазами составлен без каких-либо технических условий. Эту методику выполняют в двух вариантах, но зависит это не от прихоти исследователя, а от интенсивности

светового потока, который зависит от источника света и от расстояния его от глаз. К примеру, газоразрядные лампы прежнего поколения (а они используются изредка до сих пор) с расстояния метра от глаз «шапку-ушанку» пробивали насквозь.

В современных устройствах светодиодная вспышка имеет градиацию световой нагрузки и интенсивность света существует не сама по себе, а выбирается в зависимости от расстояния до глаз пациента. Имеют ли эти нагрузки регламентирующие условия? Имеют. А есть ли четкие указания на это счет? Есть лишь приблизительные и субъективные.

Об этих режимных условиях выполнения фотостимуляции в опроснике ни слова. И в выводах ничего не последовало.

Вопрос о частотной организации фотостимуляции является чрезвычайно важным, но он до того самостоятельный, что он требует отдельной достаточно серьезной дискуссионной проработки.

Авторы ограничились несколькими формальными вопросами и по результатам опроса опять и никаких выводов и рекомендаций.

То же относится к проблеме гипервентиляции. В вопроснике оценивается только продолжительность дыхательной нагрузки 1, 2, 3 или 5 минут. Вместе с тем, гипервентиляционная нагрузка нестандартизированная. Невозможно заставить пациентов дышать всех одинаково, особенно детей. Пусковым механизмом при гипервентиляции является развивающаяся гипокания, которую сегодня проконтролировать на практике реально мы не просто.

Опытные специалисты ориентируются не на фиксированную длительность гипервентиляции, а следят за пациентом, учитывают визуально глубину дыхания испытуемого и решают в процессе записи как долго проводить нагрузку. Сомнение вызывает допустимость гипервентиляции длительностью в 5 минут. В эксперименте на здоровых добровольцах при управляемой искусственной вентиляции под миорелаксантами у всех испытуемых уже на третьей-четвертой минутах были получены генерализованные пароксизмы сложной структуры с амплитудой более 500 мкВ. Поэтому ценность сверх длительной гипервентиляции спорна и может способствовать гипердиагностике.

Собственно, это все, что можно получить из предлагаемого опросника.

Вторая тема, которая обсуждается в статье посвящена уровню знаний специалиста-нейрофизиолога. И хотя она совершенно не вытекает из анализа ответов на опросник и не вписывается в рамки заявленного названия статьи, но важна сама по себе. Однако некорректно ссылаться только на лекции ассоциации АСКЛИН. Вебинары с такой же целью успешно проводятся под эгидой РАСФД, департамента Здравоохранения Москвы, а также рядом коммерческих учреждений.

Резюме по Статье «Опросник...».

По постановке задачи сильно отдает архаизмом понимания сути метода ЭЭГ. Появились эти вопросы пятьдесят лет назад, то они были бы актуальны. Сейчас время другое. Появились компьютерные системы, которые не только изменили возможности получения новой информации, но и существенно повлияли на организацию процесса регистрации, изменилась роль в балансе пары сестра-врач. Во многих учреждениях на одно место записи в сети имеются 2, 3, а то и четыре рабочих места врача. Широко используется практика отдаленной работы по расшифровке электроэнцефалограммы. Роль сестры в таких новых условиях существенно возрастает. Это тенденция и это нужно учитывать, разрабатывая регламентирующие документы. Уровень сестринской подготовки в таких вариантах выполнения ЭЭГ должен неуклонно расти.

Что касается расшифровки повседневной электроэнцефалограммы, то в современных условиях требования к ней также изменяются, хотя уровень врачебной грамотности упал до небывалого уровня ... И это несмотря на новые возможности компьютеризированных систем ЭЭГ.

Гораздо важнее было исследовать причины: почему несмотря на формальную компьютеризацию,

электроэнцефалография так и не стала компьютерной? Почему компьютер используется в подавляющем случае только как регистратор ЭЭГ, а вычислительные возможности, несмотря на якобы присутствие в комплексе, в аналитическом, диагностическом процессе не участвуют? Почему амбулаторная электроэнцефалография застряла на уровне простого сортировщика: «Есть в записи эпилептиформные разряды или нет?» Эпилептологов это устраивает огромную часть грамотных поликлинических неврологов - нет.

К повседневной амбулаторной ЭЭГ, позаимствовав из англоязычной литературы термин, присовокупили к ней слово «рутинный», чем во много принизили роль и возможности развития метода.

В чем рутинность электроэнцефалографии? Только в том, что кто-то с высоты своего рутинного знания нейрофизиологии, свалил этот термин на бедную электроэнцефалографию. А она тут не при чем? В «Национальном руководстве по функциональной диагностике» под эгидой РАСФД от 2019 года такого метода, как «рутинная ЭЭГ» не значится. Не стоит апеллировать к «Рекомендациям экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги...». Эпилептологов, узких специалистов, действительно, устраивает абортёрная электроэнцефалография. У них узкая задача? И они хорошо справились с этой задачей. Нужно смотреть шире. Много перспективных работ в плане диагностики ЭЭГ расстройства ментальных функций. Почему это направление тормозится в плане практического применения. Это – одно из возможных направлений, которое бы сделало опросник только сильнее, а выводы – более глубокими.

Вторая статья тех же авторов «Правила...» относится к разряду методических пособий, посвящена приемам выполнения электроэнцефалографического исследования в лечебных учреждениях (поликлиниках и стационарах) с суженной целевой направленностью- повысить качество диагностики эпилепсии.

При этом авторы не ставят целью определить алгоритм оценки уровня сознания при травмах головы или оценивать признаки расстройств ментальных функций человека. В этом плане рецензенту трудно согласиться с названием статьи, в котором не указывается как ограничительная постановка цели диагностика только эпилепсии.

Начнем с названия. Авторы используют нормативно определяющее слово «Правило...», что неправомерно, ибо это всего лишь частное мнение группы авторов и не более. Куда как более подходящим было бы слово «Рекомендации...», особенно с учетом слова «рутинный», то есть самый низменный вариант методики. К слову «рутинная» у нас имеется особое неприемлемое отношение, изложенное выше.

Сегодня на проблему нормирования регистрации и анализа электроэнцефалографии нужно смотреть шире. Опытный электроэнцефалографист, попадая в другую нозологическую среду, например, с проблем решением диагностических проблем эпилепсии на задачи оценки ментальных функций ощущает себя не в своей тарелке, поскольку тут совсем другие критерии подхода к анализу электроэнцефалограммы. Здесь нужен не поиск каких-то

особых графических элементов как в эпилептологии, а анализ системно-функциональных особенностей пространственной организации корковой ритмики.

Авторы сделали не очень объективный реверанс в этом направлении, «...основным направлением изучения ЭЭГ в психиатрии остается её количественный анализ...». Верно, количественная электроэнцефалография в осмысленном варианте ее применения открывает неограниченные пути развития этого направления, но и в нативной ЭЭГ множество признаков, которые свидетельствуют о вероятных расстройствах ментальных функций. И это не только данные современных авторов. Еще в 1968 году Л. П. Латаш заложил основы визуальной оценки измененного сознания. (Замечу, что это сделано было на бумажной записи ЭЭГ!!!). Ему принадлежат знаменитое описание ЭЭГ, определенное им как «состояние супербодрствования», которое связано с избытком восходящих активирующих влияний, а также им впервые заявлено регионарно неравномерное распределение сомногенных признаков, что, как известно, сопровождается избирательной дереализацией сознания и т.д...

В нативной ЭЭГ можно насчитать до полутора десятков признаков, указывающих на расстройство в системно-функциональной организации корковой ритмики, свидетельствующих о психических проблемах. Например, спонтанные устойчивые эпизоды угасания альфа-активности, как свидетельство нарушения баланса восходящих влияний, или избыточная пространственная распространенность альфа-ритма, коррелирующая с повышенной тревожностью, или частотное расширение ускоренного альфа-ритма, включая низкочастотную часть бета-диапазона и т.д.

Что касается количественного анализа, он ценен, информативен, и значительно расширяет диагностические возможности ЭЭГ при условии адекватного математического пособия в программных продуктах, чего не скажешь об известных раскрученных брендах, где из-за бедности меню вариантов и анализа построения графиков спектра и когерентности нет возможности избирательного анализа отдельных частотных компонентов, к примеру альфа-ритма. Они свалены там, как картошка в мешке, в один неделимый диапазон, при том, что сдвиг по частоте альфа-ритма между затылочными и лобными отделами всего лишь на 0,25 Гц уже имеет диагностическое значение.

Далее несколько частных замечаний

1. Авторы утверждают, что «В настоящее время «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ» остаются единственным консенсусным документом, подробно описывающим проведение рутинной ЭЭГ в нашей стране.» Это верно (и спасибо им за это!) при условии, если речь идет о диагностике только эпилепсии, но авторы продемонстрировали замах на всю амбулаторную электроэнцефалографию.
2. Авторы на протяжении всей статьи путают фильтры высокой и низкой частоты. К слову, они в этом не одиноки: во многих других руководствах по ЭЭГ повторяется эта ошибка.

В радиоэлектронике принято понимать, что фильтр низкой частоты (ФНЧ) сохраняет низкую частоту и удаляет высокую, а фильтр высокой частоты (ФВЧ) сохраняет высокую частоту и удаляет низкую, поэтому фильтр 70 Гц это фильтр низкой частоты, а фильтр 0,5 Гц – высокой частоты (Л. Б. Иванов. Фильтрация в ЭЭГ, ж. Современная функциональная диагностика. 2020;1(14):39–44).

Правда, есть и жаргонные наименования фильтров в ЭЭГ: «нижний фильтр», когда имеют в виду фильтр высокой частоты и «верхний фильтр» для фильтров низкой частоты. Жаргон допустим для повседневного общения, для публикаций следует пользоваться правильными наименованиями тем более в публикации, которая претендует на нормирующий документ.

3. Авторы на протяжении всей статьи используют новый термин для мономодальных отведений, «референциальный». Общеупотребим термин монополярный электрод, при всей условности его монополярности. Рецензент не против новых терминов, но при условии, что они привносят новое содержание.
4. В тексте встречается специальность «ЭЭГ-техник», как эквивалент медицинской сестры функциональной диагностики. Это, конечно, мелочь, но нет такой специальности в номенклатуре МЗ РФ.
5. Есть непоследовательность в формулировании рекомендация по фотостимуляции. В одном месте определяется необходимая частота от 1 до 25, а в другом – требование использовать частоты 25 и выше.

С чем могу полностью согласиться с авторами и даже встать в ряды борцов против использования систем автоматического заключения вплоть до полного их запрещения, ибо автоматически смодерированные заключения содержат полную чушь, и они наносят существенный вред в процесс диагностики, а, следовательно, и здоровью пациентов.

Резюме по статье «Правила...

Электроэнцефалография не стоит на месте. Развитие разных направлений ее идет разными темпами. Вперед с огромным отрывом вырвалось направление диагностики эпилепсии, в том числе почти самостоятельный метод видеомониторинга. Далее имеет заметные успехи электроэнцефалография экстремальных состояний. Особняком, и своим самостоятельным путем, успешно идет развитие электроэнцефалографии в неонатологии. Каждое из этих направлений требует отдельного самостоятельно формулирования порядка действия, как на этапе регистрации, так и на этапах анализа и особенно при составлении протокола исследования. И осваивать особенности каждого варианта ЭЭГ нужно совершенно отдельно.

Что касается успехов расшифровки ЭЭГ у пациентов с расстройствами ментальных функций, то отставание этого направления от перечисленных, существенно выше. Однако за последние тридцать лет сделано немало, чтобы это отставание сократить. Авторы статьи этого не понимают и воспринимают амбулаторную ЭЭГ как замшелую, примитивную (отсюда и использование термина «рутинная ЭЭГ»), законсервированную на уровне конца прошлого столетия.

Если сравнить эти «Правила...» с работами наших корифеев пятидесятилетней давности, то они ничем не отличаются от рекомендаций монографиях Ю. Г. Кратина, В. И. Гусельникова, Н. П. Бехтерева, В. Е. Майорчик, Л. Р. Зенкова, М. В. Александрова и др., у которых именно так описаны подготовка к исследованию, установка регистрирующих электродов, регистрация электроэнцефалограммы, просмотр электроэнцефалограммы, написание заключения. Если уж рекомендуется эта (в целом совершенно естественная последовательность действий), то и следует вспомнить о своих предшественниках в знак их уважения, а не позиционировать себя в качестве первопроходцев.

Для кого написаны эти статьи? Для специалистов из «глубинки»? Зачем же им этот фельдшерско-акушерский уровень? Да и «глубинка» не такая уж «глубинка»... Из преподавательского опыта могу отметить, что встречаются специалисты совсем не из столицы, у которых поучиться не стыдно. Да, основная масса подготовлена слабо (и в столице также),

и это не их вина. Учиться не у кого. Круг продвинутых нейрофизиологов ограничен, да и ориентирован узко, преимущественно в сторону только эпилепсии. Не секрет, что на курсах повышения квалификации по функциональной диагностике соответствующих кафедр редко в программу включена нейрофизиологическая тематика. Не способствует повышению уровня специалистов и навязанная система сертификации и аккредитации, которая своими штампованными тестированиями загоняют образование на низжайший уровень, а самая идеальная форма подготовки специалистов «на рабочем месте» канула в Лету, но это уже совсем другая тема.

В своих «Критических замечаниях...» мне невольно пришлось выйти за рамки критикуемых статей и поднять более значимый вопрос кризиса количественной электроэнцефалографии.

Статья поступила / Received 15.04.2022
Получена после рецензирования / Revised 27.04.2022
Принята к публикации / Accepted 27.04.2022

Сведения об авторе

Иванов Лев Борисович, к.м.н., врач высшей категории по функциональной диагностике, зав. диагностическим отделением КДЦ, E-mail: ivanov40lb@gmail.com, ORCID:0000-0001-5954-1520

ГБУЗ «Детская городская клиническая больница № 9 имени Г. Н. Сперанского Департамента здравоохранения Москвы»

Для переписки: Иванов Лев Борисович. E-mail: ivanov40lb@gmail.com

About author

Ivanov Lev B., PhD Med, physician of superior expert category in functional diagnostics, head of Diagnostic Dept. E-mail: ivanov40lb@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5954-1520

Children's City Clinical Hospital No. 9 n.a. G.N. Speransky, Moscow, Russia

For correspondence: Ivanov Lev B. E-mail: ivanov40lb@gmail.com

Для цитирования: Иванов Л. Б. Кризис количественной электроэнцефалографии. Критические замечания на две статьи «Опрос российских врачей о проведении рутинной электроэнцефалографии» и «Правила регистрации рутинной ЭЭГ» коллектива авторов в составе Синкина М. В., Богдановой Е. П., Ельшиной О. Д., Троицкого А. А. Медицинский алфавит. 2022; (10): 59–62. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-59-62>.

For citation: Ivanov L. B. Crisis of quantitative electroencephalography. Critical remarks on two articles 'Survey of Russian doctors about routine electroencephalography' and 'Rules for registration of routine EEG' by a team of authors consisting of M. V. Sinkin, E. P. Bogdanova, O. D. Elshina, A. A. Troitchkiy. Medical alphabet. 2022; (10): 59–62. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-11-59-62>.



ABI-SYSTEM 100

АППАРАТ ДЛЯ ОБЪЁМНОЙ СИГМОГРАФИИ



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

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



+7 (495) 662 45 50, +7 (495) 225 25 79, +7 (495) 735 46 10
info@akortaplus.ru
www.abisystem.ru



24–26 МАЯ

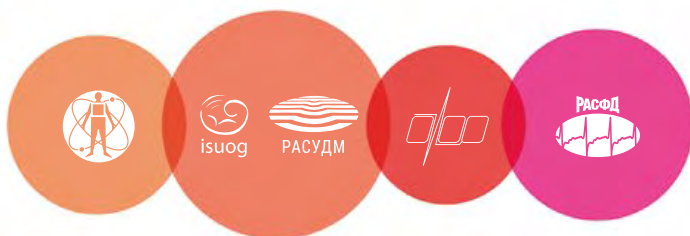
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»,
3 ПАВИЛЬОН, 4 ЭТАЖ, 20 ЗАЛ

XIV ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

МЕДИЦИНСКАЯ ДИАГНОСТИКА 2022



Регистрация
и подробная информация
на сайте mediexpo.ru



В РАМКАХ ФОРУМА

XVI Всероссийский национальный конгресс лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2022»

11-й Московский международный курс под эгидой ISUOG и RASUDM
«Актуальные вопросы ультразвуковой диагностики в медицине матери и плода»

XV Юбилейная научно-практическая конференция интервенционных онкорadiологов

XIV Всероссийская научно-практическая конференция «Функциональная диагностика – 2022»

XIV Международная специализированная выставка оборудования, техники, фармпрепаратов
для диагностики заболеваний человека «МедФармДиагностика – 2022»

ОРГАНИЗАТОРЫ

- ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)
- ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы»
- ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России
- Российская ассоциация специалистов ультразвуковой диагностики в медицине
- Российское Общество Рентгенологов и Радиологов
- Общество интервенционных онкорadiологов
- Российская ассоциация маммологов
- АНО «Национальный конгресс лучевых диагностов»
- Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики

По вопросам участия в научной программе
Организационный комитет национального конгресса
лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2022»
ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский Университет)

Кафедра лучевой диагностики и терапии
radiolog@inbox.ru
+7 (499) 248-77-91, +7 (499) 248-75-07

Секретарь конференции
«Функциональная диагностика – 2022»

Анна Плясункова
+7 (925) 857-28-16

Менеджер проекта
Светлана Ранская
svetlana@mediexpo.ru
+7 (495) 721-88-66 (доб. 108)
+7 (926) 610-23-74

Участие компаний в выставке
«МедФармДиагностика – 2022»

Анна Романова
romanova@mediexpo.ru
+7 (495) 721-88-66 (доб. 109)
+7 (926) 612-48-79

Регистрация участников и подача тезисов

Николай Скибин
reg@mediexpo.ru
+7 (495) 721-88-66 (доб. 111)
+7 (929) 646-51-66

Бронирование гостиниц, заказ
авиа- и ж/д билетов

Елена Лазарева
lazareva@mediexpo.ru
+7 (495) 721-88-66 (доб. 119)
+7 (926) 095-29-02

Аккредитация СМИ
Ольга Еремеева
pr@mediexpo.ru
+7 (495) 721-88-66 (доб. 125)
+7 (926) 611-23-59



Спирометр SpiroScout



PowerCube Diffusion

Узнайте
больше:
schiller.ru

Бодиплетизмография SCHILLER:

Ультразвуковой датчик потока не требующий калибровки.
Многофункциональная система для тестирования ФВД.
Быстрая и надежная диагностика нарушений диффузионной
и распределительной функции легких.

