

Серии научно-практических рецензируемых журналов



Медицинский АЛФАВИТ

№ 25 / 2020

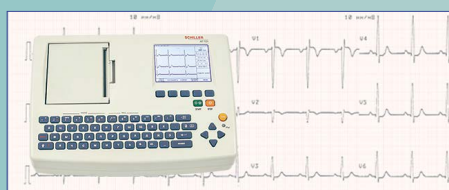
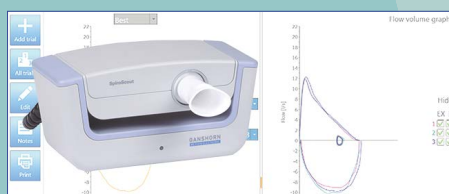


Modern Functional
DIAGNOSTICS

MEDICAL ALPHABET
Russian Professional Medical Journal

Современная ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА (3)

РАСФД



14.01.04 Внутренние болезни

14.01.05 Кардиология

14.01.11 Нервные болезни

14.01.13 Лучевая диагностика,
лучевая терапия

14.01.25 Пульмонология

14.02.03 Общественное
здоровье
и здравоохранение



КОМПЛЕКС СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ ЭКГ И АД

СОЮЗ



Design by
DMS WORLD ①

- » мониторы для регистрации ЭКГ
- » мониторы для регистрации АД
- » мониторы для одновременной регистрации ЭКГ и АД

ДМС ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКА ■ ПРОИЗВОДСТВО ■ РЕАЛИЗАЦИЯ ■ СЕРВИС
7(499) 501-34-35, 7(495) 746-80-22, info@dms-at.ru, www.dms-at.ru



Медицинский алфавит №25/2020

Серия «Современная функциональная диагностика» №3
МА №25 (439)

www.medalfavit.ru

www.med-alphabet.com

Издатель: и издательство медицинской литературы
ООО «Альфмед», тел.: (495) 616-48-00,
E-mail: medalfavit@mail.ru

Учредитель и главный редактор издательства
Т.В. Синица

Почтовый адрес: 129515, г. Москва, а/я 94

Адрес редакции: 129515, г. Москва, ул. Академика
Королева, д. 13, стр. 1, офис, 804 А

Главный редактор серии журналов
«Медицинский алфавит» А.С. Ермолов

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

Объединенный редакционный совет журнала «Медицинский алфавит»

Акимкин Василий Геннадьевич, акад. РАН, д.м.н., проф.
Амхадова Малкан Абдурашидовна, д.м.н., проф.
Балан Вера Ефимовна, д.м.н., проф.
Барбараш Ольга Леонидовна, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН
Брико Николай Иванович, д.м.н., проф.
Бутров Андрей Валерьевич, д.м.н., проф.
Вавилова Татьяна Владимировна, д.м.н., проф.
Голубев Валерий Леонидович, д.м.н., проф.
Громова Ольга Алексеевна, д.м.н., проф.
Данилов Алексей Борисович, д.м.н., проф.
Евдокимов Евгений Александрович, д.м.н., проф.
Ермолов Александр Сергеевич, д.м.н., проф.
Журавлева Марина Владимировна, д.м.н., проф.
Козлов Игорь Александрович, д.м.н., проф.
Королева Ирина Станиславовна, д.м.н., проф.
Крихели Наталья Ильинична, д.м.н., проф.
Круглова Лариса Сергеевна, д.м.н., проф.
Кузнецова Ирина Всеволодовна, д.м.н., проф.
Кулаков Анатолий Алексеевич, акад. РАН, д.м.н., проф.
Малеев Виктор Васильевич, акад. РАН, д.м.н., проф.
Мартынюк Тамара Витальевна, д.м.н., проф.
Михин Вадим Петрович, д.м.н., проф.
Оганов Рафаэль Гегамович, д.м.н., проф.
Орлова Наталья Васильевна, д.м.н., проф.
Остроумова Ольга Дмитриевна, д.м.н., проф.
Плавунцов Николай Филиппович, д.м.н., проф.
Проценко Денис Николаевич, д.м.н., проф.
Покровский Валентин Иванович, акад. РАН, д.м.н., проф.
Покровский Вадим Валентинович, акад. РАН, д.м.н., проф.
Скоромец Александр Анисимович, акад. РАН, д.м.н., проф.
Стручков Петр Владимирович, д.м.н., проф.
Стрюк Раиса Ивановна, д.м.н., проф.
Улитовский Сергей Борисович, д.м.н., проф.
Ушаков Рафаэль Васильевич, д.м.н., проф.
Шилова Маргарита Викторовна, д.м.н., проф.
Щербо Сергей Николаевич, д.б.н., проф.
Эмануэль Владимир Леонидович, д.м.н., проф.

Руководитель отдела продвижения,
распространения и выставочной деятельности
Б.Б. Будович, medalfavit_pr@bk.ru

Редакция оставляет за собой право сокращения и стилистической правки текста без дополнительных согласований с авторами. Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов опубликованных материалов. Редакция не несет ответственности за последствия, связанные с неправильным использованием информации.

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Рег. номер ПИ № 77-11514 от 04.01.2002.

Формат А4. Цена договорная.

При перепечатке ссылка на журнал «МА» обязательна. За содержание рекламы ответственность несет рекламодатель. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Подписан в печать 7 сентября 2020 года.



Содержание

- 7 **Функциональные нарушения системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19**
О.И. Савушкина, А.В. Черняк, Е.В. Крюков, И.Ц. Кулагина, М.В. Самсонова, Е.Н. Калманова, К.А. Зыков
- 13 **Клиническое значение пульсоксиметрии у взрослых**
О.В. Гришин, В.Г. Гришин
- 22 **Диагностические возможности исследования диффузионной способности легких**
Г.В. Неклюдова, А.В. Черняк
- 26 **Особенности выполнения нейрофизиологических исследований в условиях пандемии COVID-19**
В.Б. Войтенков, М.В. Синкин, М.В. Александров, Е.В. Екушева, Климин, М.А. Бедова, Е.Г. Селиверстова
- 30 **Инфекционная безопасность среднего медицинского персонала отделений (кабинетов) функциональной диагностики в условиях пандемии COVID-19**
Е.В. Панина, М.В. Пугачев, А.Г. Шчесюль
- 34 **Опыт проведения спирометрии врачами общей практики**
М.А. Похазникова, Е.А. Андреева, О.Ю. Кузнецова
- 38 **Феномен и синдром ранней реполяризации желудочков сердца — норма или патология?**
А.Л. Бобров
- 42 **Влияние кистевого теппинга по авторской методике на динамику внутриполусарной интеграции у здоровых взрослых**
Е.А. Народова, Н.А. Шнайдер, В.В. Народова, Е.Е. Ерахтин, В.Е. Карнаухов, Д.В. Дмитренко
- 48 **Проксимально-дистальный температурный градиент на кистях рук как тепловизионный признак нарушения углеводного обмена. Варианты, перспективы применения**
И.М. Долгов, М.Г. Воловик
- 54 **Подписка**

Contents

- 7 **Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase**
O.I. Savushkina, A.V. Cherniak, E.V. Kryukov, I. Ts. Kulagina, M.V. Samsonova, E.N. Kalmanova, K.A. Zykov
- 13 **Clinical use of pulse oximetry in adults**
O.V. Grishin, V.G. Grishin
- 22 **Diagnostic features of the measuring the lung diffusion capacity**
G.V. Nekhudova, A.V. Chernyak
- 26 **The features of clinical neurophysiology examination throughout the COVID-19 pandemic**
V.B. Voitenkov, M.V. Sinkin, M.V. Aleksandrov, E.V. Ekusheva, A.V. Klimin, M.A. Bedova, E.G. Seliverstova
- 30 **Infectious safety of nursing staff in departments (offices) functional diagnostics in the context of the COVID-19 pandemic**
E.V. Panina, M.V. Pugachev, A.G. Shchesiul
- 34 **An experience of performing spirometry by trained general practitioners**
M.A. Pokhaznikova, E.A. Andreeva, O. Yu. Kuznetsova
- 38 **Early repolarization pattern and syndrome — norm or pathology?**
A.L. Bobrov
- 42 **The influence of wrist tapping based on the author's methodology on the dynamics of intrahemispheric integration and 'internal' rhythm in healthy adults**
E.A. Narodova, N.A. Shnyder, V.V. Narodova, E.E. Erakhtin, V.E. Karnaukhov, D.V. Dmitrenko
- 48 **Temperature proximal-to-distal dorsal hand gradient as a thermography signs of altered glucose metabolism. Variations and perspective to use**
I.M. Dolgov, M.G. Volovik
- 54 **Subscription**

Редакционный совет



Главный редактор серии

Современная функциональная диагностика

Берестень Наталья Федоровна (г. Москва), д.м.н., проф., кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики ФГБОУ ДПО образования (РМАНПО), президент РАСФД

Заместители главного редактора

Стручков Петр Владимирович (г. Москва), д.м.н., проф., зав. каф. клинической физиологии и функциональной диагностики Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, зав. ОФД КБ № 85 ФМБА России

Дроздов Дмитрий Владимирович (г. Москва) к.м.н., с.н.с. «Лаборатории медицинского приборостроения ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (ГУ)»

Александров Михаил Всеволодович (С. Петербург), д.м.н., проф. Рос. НИИ нейрохирургии им. А.А. Поленова

Алехин Михаил Николаевич (г. Москва), д.м.н., проф., ФГБОУ ДПО ЦГМА Упр. делами Президента РФ

Бартош-Зеленая Светлана Юрьевна (г. С. Петербург), д.м.н., проф. каф. функциональной диагностики, ФГБОУ ВО «Северо-Западный ГМУ им. И.И. Мечникова» МЗ РФ

Гнездицкий Виктор Васильевич (г. Москва) д.б.н., проф., ФГБОУ ДПО РМАНПО

Зильбер Эльмира Курбановна (г. Калининград), д.м.н., проф. Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Иванов Геннадий Георгиевич (г. Москва), д.м.н., проф. каф. госпитальной терапии РУДН

Иванов Лев Борисович (г. Москва), к.м.н., зав. диагностическим отделением ГБУЗ «ДКБ № 9 им. Г.Н. Сперанского ДЗ г. Москвы»

Каменева Марина Юрьевна (г. С. Петербург), д.м.н., ведущий н.с., ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский ГМУ им. акад. И.П. Павлова» МЗ РФ

Кочмашева Валентина Викторовна (г. Екатеринбург), д.м.н., зав. кафедрой ультразвуковой диагностики УГМУ

Куликов Владимир Павлович (г. Барнаул), д.м.н., проф., зав. кафедрой патофизиологии, функциональной и ультразвуковой диагностики Алтайского ГМУ

Лукина Ольга Федоровна (г. Москва), д.м.н., проф. гл.н.с. ФННЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева МЗ РФ

Макаров Леонид Михайлович (г. Москва), д.м.н., проф., президент РОХМИНЭ, рук. Центра синкопальных состояний и сердечных аритмий у детей и подростков ФМБА России

Нарциссова Галина Петровна (г. Новосибирск), д.м.н., ведущий н.с. ФГБУ «Сиб. ФБИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» МЗ РФ

Новиков Владимир Игоревич (г. С. Петербург), д.м.н., проф., зав. каф. функциональной диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный ГМУ им. И.И. Мечникова» МЗ РФ

Павлов Владимир Иванович (г. Москва), д.м.н., Московский НПЦ медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины

Пронина Виктория Петровна (г. Москва), к.м.н., ст.н.с. ОФД ГБУЗ МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского

Рогоза Анатолий Николаевич (г. Москва), д.б.н., проф., рук. отдела новых методов диагностики Института клинической кардиологии им. А.А. Мясникова ФГБУ РКНПК МЗ РФ

Рябкина Галина Владимировна (г. Москва), д.м.н., проф., ведущий н.с. отдела новых методов диагностики Института Клинической Кардиологии им. А.А. Мясникова ФГБУ РКНПК МЗ РФ

Савенков Михаил Петрович (г. Москва), д.м.н., проф., зав. каф. Функциональной диагностики ГБОУ ВПО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова»

Сандриков Валерий Александрович (г. Москва), д.м.н., проф., академик РАН, зав. кафедрой функциональной и ультразвуковой диагностики ГОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова»

Седов Всеволод Парисович (г. Москва), д.м.н., проф., проф. каф. лучевой диагностики ГОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова»

Селицкий Геннадий Вацлавович (г. Москва), д.м.н., проф., ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова

Ткаченко Сергей Борисович (г. Москва), д.м.н., проф., член-корр. РАН, зав. каф. клинической физиологии и функциональной диагностики ФГБОУ ДПО РМАНПО

Терегулов Юрий Эмильевич (г. Казань), д.м.н., зав. каф. функциональной диагностики, главный внештатный специалист МЗ республики Татарстан по ФД

Тривоженко Александр Борисович (г. Томск), д.м.н., Сиб. ФНКЦ ФМБА России

Федорова Светлана Ивановна (г. Москва), к.м.н., проф. курса функциональной диагностики ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского

Шнайдер Наталья Алексеевна (г. С. Петербург), д.м.н., проф., ведущий н.с. отделения персонализированной психиатрии и неврологии, ФГБУ «Нац. Мед.иссл. центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» МЗ РФ

Editorial Board

Editor-in-chief

Beresten N. F., MD, DMSci, professor

Deputy editor-in-chief

Struchkov P. V., MD, DMSci, professor

Drozdzov D. V., MD, PhD

Aleksandrov M. V., MD, DMSci, professor

Alekhin M. N., MD, DMSci, professor

Bartosh-Zelenaya S. Yu., MD, DMSci, professor

Gnezditsky V. V., Biology DMSci, professor

Zilber E. K., MD, DMSci, professor

Ivanov G. G., MD, DMSci, professor

Ivanov L. B., MD, PhD

Kameneva M. Yu., MD, DMSci

Kochmasheva V. V., MD, DMSci

Kulikov V. P., MD, DMSci, professor

Lukina O. F., MD, DMSci, professor

Makarov L. M., MD, DMSci, professor

Nartsisova G. P., MD, DMSci

Novikov V. I., MD, DMSci, professor

Pavlov V. I., MD, DMSci

Pronina V. P., MD, PhD

Rogozha A. N., Biology DMSci, professor

Rjabykina G. V., MD, DMSci, professor

Savenkov M. P., MD, DMSci, professor

Sandrikov V. A., MD, DMSci, professor, RASci Corr. membe

Sedov V. P., MD, DMSci, professor

Selitsky G. V., D, DMSci, professor

Tkachenko S. B., MD, DMSci, professor

Teregulov Y. E., MD, DMSci

Trivozhenko A. B., MD, DMSci

Fedorova S. I., MD, PhD, professor

Shnayder N. A., MD, DMSci, professor

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

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

- 14.02.01 – Гигиена (медицинские науки);
- 14.02.02 – Эпидемиология (медицинские науки);
- 14.03.09 – Клиническая иммунология, аллергология (медицинские науки);
- 14.03.10 – Клиническая лабораторная диагностика (медицинские науки).

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

Для цитирования: Савушкина О.И., Черняк А.В., Крюков Е.В., Кулагина И.Ц., Самсонова М.В., Калманова Е.Н., Зыков К.А. Функциональные нарушения системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19. Медицинский алфавит. 2020; (25):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-7-12>

For citation: Savushkina O. I., Cherniak A. V., Kryukov E. V., Kulagina I. Ts., Samsonova M. V., Kalmanova E. N., Zykov K. A. Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase. Medical alphabet. 2020; (25):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-7-12>

Уважаемые читатели!



Лето 2020 года запомнится нам, прежде всего, неожиданным, вынужденным карантином, затруднившим профессиональное общение. Все мы в очередной раз осознали смысл известного высказывания А. де Сент-Экзюпери «Единственная настоящая роскошь — это роскошь челове-

ческого общения». Благодаря подключению дистанционных технологий эта «роскошь» стала доступной нам в виде цикла онлайн вебинаров «Функциональное лето — 2020». Первый вебинар «Вопросы развития специальности ФД и непрерывного профессионального образования» состоялся 10.06.2020, и был приурочен к 20-летию РАСФД и 20-летию кафедры клинической физиологии и функциональной диагностики Академии последипломного образования ФНКЦ ФМБА России. С докладами выступили президент РАСФД Берестень Н. Ф. и заведующий кафедрой д. м. н., профессор Стручков П. В. Сообщение «О планах непрерывного профессионального образования по ФД среднего

медицинского образования» было представлено мед. братом кабинета ФД ГБУЗ «ГКБ№1 им. Н. И. Пирогова ДЗМ» М. В. Пугачевым.

Всего летом было проведено 6 вебинаров. Рассматривались вопросы обновленных стандартов спирометрии (проф. П. В. Стручков), особенности ЭКГ у детей (проф. Л. М. Макаров), методические и клинические аспекты электроэнцефалографии (к. м. н. Л. Б. Иванов), особенности проведения исследований в условиях пандемии (проф. Г. В. Рябыкина, к. м. н. О. И. Савушкина, к. м. н. М. В. Синкин), особенности ЭхоКГ трикуспидального клапана (проф. Н. Ф. Берестень).

Мы благодарны всем нашим слушателям, а также нашим партнерам: компаниям «Триалог», Schiller, GE за поддержку и помощь в проведении вебинаров, которые способствовали всем специалистам функциональной диагностики в сохранении на высоком уровне своей профессиональной формы. Мы ждем всех врачей и средний медицинский персонал отделений и кабинетов функциональной диагностики 30–31 октября на Всероссийской онлайн конференции «Актуальные вопросы функциональной и ультразвуковой диагностики».



РАСФД

РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ



Вебинары РАСФД

Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики (РАСФД) с июня 2020 года начала проведение регулярных вебинаров для врачей и среднего медицинского персонала по различным аспектам функциональной и ультразвуковой диагностики.

Основная цель вебинаров – непрерывное повышение квалификации специалистов и подготовка к процедуре аккредитации.

Вебинары РАСФД – это возможность:

- свободного доступа к лекциям ведущих российских специалистов;
- дистанционного получения знаний;
- в реальном времени задавать вопросы экспертам;
- пересматривать вебинары в записи.

Участие в вебинарах бесплатное.

Регистрация на сайте

<https://fdiagnostic.confreg.org>

в разделе «Вебинары РАСФД».

В дальнейшем планируется присвоение участникам вебинаров баллов НМО.

Вебинары РАСФД в цифрах:



6 ВЕБИНАРОВ (ЛЕТО 2020)



БОЛЕЕ **1000** УЧАСТНИКОВ



УЧАСТНИКИ ИЗ **8** СТРАН
И БОЛЕЕ **100** ГОРОДОВ РОССИИ



ДЕСЯТКИ ВОПРОСОВ
ОТ УЧАСТНИКОВ ПО НАИБОЛЕЕ
АКТУАЛЬНЫМ ТЕМАМ

РАСФД — 20 лет! Поздравляем с Юбилеем!

Прошло 20 лет с момента рождения новой общероссийской общественной организации «Российская Ассоциация специалистов функциональной диагностики» (РАСФД).

ООО «РАСФД» была официально зарегистрирована Министерством юстиции Российской Федерации 29 сентября 2000 года (Свидетельство о регистрации 3946). Этому событию предшествовал период подготовки, когда с 1996 года по инициативе группы специалистов функциональной диагностики медицинских учреждений России проводились конференции, на которых были разработаны и приняты основные документы, позволившие утвердить новую общественную структуру — РАСФД.

РАСФД является общероссийским добровольным общественным объединением, занимающимся научно-исследовательской, педагогической и практической деятельностью в области функциональной диагностики, для защиты общих интересов и для достижения уставных целей и задач.

Сегодня в рядах РАСФД насчитывается около 1700 членов из 77 субъектов Российской Федерации и 4 стран ближнего зарубежья. География региональных отделений простирается с запада на восток от Смоленска до Приморского края, и с севера на юг от Архангельска до Дагестана и Адыгеи. Наиболее представительными региональными отделениями являются Московское областное (предс. С. И. Федорова), Московское городское (предс. Ю. Ф. Сахно), Санкт-Петербургское (предс. В. И. Новиков), Алтайское (предс. Л. Э. Шульгина), Якутское (предс. Л. В. Тарабукина), Ярославское (предс. С. Н. Лавлинский) региональные отделения.

Ассоциация призвана защищать интересы специалистов функциональной диагностики, содействовать в развитии

специальности, повышать профессиональный уровень ее членов. На этапе реформирования отечественного здравоохранения РАСФД включилась в работу по разработке новых нормативных документов. Так, в 2017 году при активном участии Совета и членов РАСФД была проведена работа по разработке Приказа МЗ РФ от 26.12.2016 г. №997н «Об утверждении правил проведения функциональных исследований». В 2019 году РАСФД провела не только работу по созданию, но и по обширному активному обсуждению нового важного документа. «Профстандарт врача функциональной диагностики». Результатом работы стал принятый и утвержденный Министерством труда России Приказ от 11.03.2019 г. №138н «Об утверждении профессионального стандарта «Врач функциональной диагностики»» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.04.2019 №54300). В середине 2019 года издательством «Гэотар Медиа» было выпущено Национальное руководство «Функциональная диагностика», разработанное под эгидой РАСФД. В написании этого руководства приняли участие 95 ведущих специалистов функциональной диагностики России.

Ассоциация с пристальным вниманием и интересом следит за новыми веяниями и изменениями в отечественном здравоохранении, принимает участие в организации престижных форумов и конференций, где обсуждаются проблемы специальности и ее взаимодействия со смежными медицинскими направлениями.

Мы поздравляем всех членов РАСФД и специалистов, занимающихся функциональной диагностикой, с нашим 20-летним Юбилеем, и желаем дальнейшего процветания и успехов.

Президент РАСФД Берестень Н. Ф.



Функциональные нарушения системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19

О. И. Савушкина, к.б.н., заведующая отделением исследований функции внешнего дыхания Центра функционально-диагностических исследований¹

А. В. Черняк, к.м.н., заведующий лабораторией функциональных и ультразвуковых методов исследования², врач функциональной диагностики³

Е. В. Крюков, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, начальник госпиталя¹

И. Ц. Кулагина, к.м.н., заведующая кабинетом пульмонологического отделения¹

М. В. Самсонова, д.м.н., заведующая лабораторией патологической анатомии²

Е. Н. Калманова, к.м.н., заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики³

К. А. Зыков, д.м.н., профессор РАН, заместитель директора по научной и инновационной деятельности², заведующий кафедрой факультетской терапии и профболезней⁴

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России, г. Москва

³Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени Д. Д. Плетнёва Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва

⁴Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москве

Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase

O. I. Savushkina¹, A. V. Cherniak^{2,3}, E. V. Kryukov¹, I. Ts. Kulagina¹, M. V. Samsonova², E. N. Kalmanova³, K. A. Zikov^{2,4}

¹Acad. N. N. Burdenko Main Military Clinical Hospital, Ministry of Defense, Russian Federation, Moscow

²Federal State Budgetary Institution 'Pulmonology Scientific Research Institute' under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation, Moscow

³City Clinical Hospital named after D. D. Pletnev of Moscow Department of Health, Moscow

⁴Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education 'Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov' Ministry of health of Russia, Moscow

Резюме

Цель исследования — изучить влияния COVID-19 на функциональные показатели системы дыхания в ранний период выздоровления.

Материалы и методы. В исследование включены 44 пациента (из них 35 мужчин) после COVID-19 без сопутствующей бронхолегочной патологии, медиана возраста 47,5 лет. Всем пациентам выполнены спирометрия, бодиплетизмография, измерение диффузионной способности легких (ДСЛ), оценка одышки по шкале mMRC, измерялся уровень сатурации по кислороду (SpO₂). В зависимости от величины максимального поражения легких по данным компьютерной томографии грудной клетки с высоким разрешением (КТ) больные были разделены на 2 группы: 1 группа (22 пациента) — КТ-1 и 2, 2 группа (22 пациента) — КТ-3 и 4.

Результаты. В общей группе медианы всех изучаемых параметров вентилиционной функции легких сохранялись в пределах нормальных значений. Однако были выявлены статистически значимые различия между группами: ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁ и ОЕЛ были ниже во 2-й группе. ДСЛ была снижена у 52% пациентов. Установлена обратная корреляционная зависимость между объемом поражения легочной ткани по данным КТ и показателями ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОЕЛ, Евд и DLCO.

Заключение. Степень функциональных нарушений зависела от площади поражения легочной ткани. Наиболее частым функциональным нарушением системы дыхания после COVID-19 в период раннего выздоровления было снижение ДСЛ.

Ключевые слова: COVID-19, функция системы дыхания, спирометрия, бодиплетизмография, диффузионный тест.

Summary

Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase.

The aim of the study is to investigate the influence of Coronavirus disease 2019 (COVID-19) on pulmonary function in early convalescence phase.

Materials and methods. The study included 44 patients (35 male) after COVID-19 without concomitant bronchopulmonary pathology, with a median age of 47.5 years. All patients underwent standard pulmonary function tests (PFTs): spirometry, body plethysmography, diffusion test. Besides, dyspnea on the mMRC scale was assessed, oxygen saturation level (SpO₂) was measured. Depending on degree of lung damage determined using high-resolution computed tomography (CT), the patients were divided into 2 groups: group 1 (22 patients) — CT 1 and CT 2, group 2 (22 patients) — CT 3 and CT 4.

Results. The medians of standard PFTs parameters were in normal values. However, there were statistically significant differences between groups: VC, FVC, FEV₁, and TLC were lower in second group. Diffusing capacity was reduced in 52% of patients. Statistical significant correlations were established between lung damage by CT and the parameters of VC, FVC, FEV₁, TLC, IC and DLCO.

Conclusion. The degree of functional disorders of lungs depended on the extent of abnormal CT. Impaired diffusing capacity were detected in more than half of the COVID-19 patients in early convalescence phase.

Keywords: COVID-19, pulmonary function, spirometry, body plethysmography, diffusion test.

В декабре 2019 года в Китае была зарегистрирована вспышка пневмоний, клиническое проявление которых было крайне схоже с вирусной пневмонией. 11 февраля 2020 года заболеванию, обусловленному новой коронавирусной инфекцией SARS-CoV-2 (от англ. severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) было присвоено официальное название коронавирусной болезни (COVID-19: Coronavirus disease 2019). 11 марта 2020 года Всемирная организация здравоохранения квалифицировала распространение этого высоко контагиозного респираторного заболевания как пандемию. В середине июля 2020 года во всем мире было установлено более 13,5 млн. случаев COVID-19 и более 550 тыс. смертельных исходов от этого заболевания [1].

Новый коронавирус SARS-CoV-2, наряду с возбудителем атипичной пневмонии (SARS-CoV) и ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV), передается воздушно-капельным и контактным путем.

Считается, что SARS-CoV-2 тропен к мерцательному эпителию дыхательных путей на всем их протяжении, а также к альвеолоцитам I и II типа [2]. У большинства больных COVID-19 (81%) заболевание протекает в легкой форме ОРВИ без рентгенологических признаков пневмонии или с рентгенологически подтвержденной пневмонией без изменения сатурации артериальной крови кислородом (SpO_2), у 14% — в тяжелой и у 5% — в крайне тяжелой форме [2].

При тяжелом течении COVID-19 у больных возникает вирусная интерстициальная пневмония в виде диффузного альвеолярного повреждения, которое обуславливает гипоксию и дыхательную недостаточность [3, 4]. «Золотым» стандартом для оценки поражения бронхолегочной системы при COVID-19 является компьютерная томография грудной клетки с высоким разрешением (КТ), которая позволяет оценить степень выраженности изменений легочной ткани [5].

Известно, что функциональные нарушения бронхолегочной системы, обусловленные коронавирусом пневмониями SARS-CoV или MERS-CoV, длятся от нескольких месяцев до нескольких лет [6]. Принимая во внимание, что гомология геномов SARS-CoV и SARS-CoV-2 составляет 79% [7], можно ожидать, что похожая картина функциональных изменений будет наблюдаться и после COVID-19.

Поскольку нормализация функциональных показателей системы дыхания является важным критерием полного выздоровления и восстановления трудоспособности, целью настоящего исследования явилось изучение влияния COVID-19 на функциональные показатели системы дыхания в ранний период выздоровления.

Материалы и методы

Данное исследование является обсервационным поперечным исследованием, в которое были включены 44 пациента после COVID-19, 35 (79,5%) мужчин и 9 (20,5%) женщин, медиана возраста 47,5 лет, проходивших лечение в 2020 г. в медицинских учреждениях г. Москвы (из них 28 человек — в ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации).

У всех больных была выявлено двустороннее поражение легких, обусловленное SARS-CoV-2. Диагноз COVID-19 был подтвержден на основании выделения РНК вируса и наличия признаков респираторной инфекции, осложнившейся острой дыхательной недостаточностью в сочетании с характерными данными КТ. Сопутствующие заболевания имели 32 (73%) пациентов, в том числе гипертоническую болезнь (ГБ) 10 (27%), сахарный диабет (СД) — 4 (9%), ГБ и СД — 2 (4,5%) пациентов, остальные — заболевания щитовидной железы, желудочно-кишечного тракта, вен нижних конечностей и др., тогда как ни один из обследованных пациентов не страдал хроническим заболеванием органов дыхания.

Все пациенты получали медикаментозную терапию в соответствии с рекомендациями Министерства Здравоохранения Российской Федерации [2].

В процессе лечения 26 (59%) пациентов получали кислородотерапию, одному пациенту была проведена неинвазивная вентиляция легких и одному — инвазивная вентиляция легких в течение 3 дней. В реанимационном отделении находилось 11 (25%) пациентов, средняя продолжительность пребывания в котором составила 1 койко-день.

Всем пациентам была выполнена КТ. Степень выраженности изменений легочной ткани оценивается следующим образом: КТ-0 — нарушений по данным КТ не выявлено, КТ-1 — зоны поражения легочной ткани составляют 1–25% паренхимы легких, КТ-2 — 26–50%, КТ-3 — 51–75%, КТ-4 ≥ 76% паренхимы легких [5]. Максимальные изменения на КТ были включены в анализ.

Все пациенты подписали информированное согласие на расширенное функциональное исследование внешнего дыхания, которое включало форсированную спирометрию, бодиплетизмографию, измерение диффузионной способности легких (ДСЛ).

Функциональные исследования проводили в первой половине дня на приборе MasterScreen (Viasys Healthcare, Германия) с учетом российских и международных требований их выполнения [8–10] в ранний период выздоровления (через 30–60 дней после завершения лечения в стационаре). Диффузионную способность легких оценивали по монооскиду углерода (CO) методом однократного вдоха с задержкой дыхания [11].

Все исследования проводили в соответствии с рекомендациями Российского респираторного общества по проведению функциональных исследований системы дыхания в период пандемии COVID-19 [12].

Были проанализированы следующие параметры:

1. Спирометрии: форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (O_{FV_1}), отношений $O_{FV_1}/FЖЕЛ$, объемная скорость на кривой поток-объем форсированного выдоха между 25 и 75% выдохнутой ФЖЕЛ (SOC_{25-75});
2. Бодиплетизмографии: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), общая емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ) и его доля в ОЕЛ (ООЛ/ОЕЛ), внутригрудной объем газа (ВГО), емкость вдоха (Евд), общее бронхиальное сопротивление ($R_{aw_{общ}}$);

3. ДСЛ: трансфер-фактор СО (DLCO) и его отношение к альвеолярному объему (VA).

При анализе показателей комплексного функционального исследования органов дыхания должны значения показателей рассчитывали по формулам Европейского сообщества угля и стали (ECSC, 1993) [13] с учетом пола, возраста и роста пациента. Результаты выражали в процентах от должного значения (% долж.): фактическое значение/должное значение $\times 100\%$. Нижнюю границу нормы (НГН) рассчитывали по формуле: Должное значение — $1,645 \times SD$, где SD — стандартное отклонение.

Кроме того, перед проведением легочных функциональных тестов у пациентов производилась оценка одышки по модифицированной шкале Medical Research Council Scale (mMRC) и измерялся уровень сатурации по кислороду (SpO_2).

При статистическом анализе была использована программа STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., США). Для оценки нормальности распределения переменных использовали критерий Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорс. Данные представлены как медианы (Me) (нижний квартиль-верхний квартиль) для непрерывных переменных с распределением, отличным от нормального. Для категориальных переменных представлено количество пациентов (n). Статистическую значимость различий переменных между группами оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Корреляционный анализ по Спирмену проводили для выявления клинично-функциональных связей. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Наиболее частыми жалобами в начале заболевания были: подъем температуры тела в среднем до $39^\circ C$, который сопровождался общей слабостью у 40 (91%) пациентов. 24 (54,5%) ощущали одышку, что согласуется с данными Huang C. и соавт. [14]. 29 (66%) жаловались на кашель, 15 (34%) — на миалгию и мышечную слабость, что согласуется с данными Li L. и соавт. [15]. 20 (45,5%) ощущали дискомфорт в груди, 5 (11,4%) жаловались на диарею. Кроме того, боль в суставах ощущали 7 (16%), потерю обоняния и вкуса — 14 (32%) и 5 (11%) пациентов, соответственно.

По данным КТ у всех больных были выявлены характерные структурные изменения разной степени выраженности от КТ-1 до КТ-4. В зависимости от поражения паренхимы легких больные были разделены на 2 группы (учитывали максимальные изменения): в 1-й группе были изменения КТ-1 и КТ-2, во 2-й группе — КТ-3 и КТ-4.

На момент проведения исследования снижения SpO_2 выявлено не было ни у одного пациента, среднее значение SpO_2 в целом по группе составило 98%.

Был проведен анализ полученных показателей для всей группы в целом, а также для 1 и 2 групп. Результаты описательной статистики изученных показателей представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показал, что достоверных различий по срокам проведения функциональных исследований системы дыхания между группами выявлено не было. В среднем исследования были выполнены на 48 день от появления первых симптомов заболевания.

Обследованные пациенты имели избыточную массу тела: медиана индекса массы тела составила 29 кг/м^2 .

Выраженность одышки по шкале mMRC была легкой степени.

Соотношение некурящие/бросившие курить на момент обследования составляло 31 (70%)/13 (30%), соответственно. Необходимо обратить внимание, что большинство обследованных нами пациентов никогда не курили, треть пациентов бросили курить до COVID-19, курящих пациентов не было. Полученные нами данные согласуются с данными Lippi G. и Henry B. M. [16]. Кроме того, итальянскими коллегами было установлено, что из 132 пациентов с пневмонией, обусловленной новой коронавирусной инфекцией, 112 (84,8%) пациентов никогда не курили, тогда как 20 (15,2%) пациентов бросили курить. Кроме того, не было выявлено различий по тяжести заболевания между некурящими и экс-курильщиками [17].

Максимальный объем поражения легочной ткани (КТмакс.) в обследованной нами группе пациентов составил в среднем 51%.

В общей группе медианы всех изучаемых параметров вентиляционной функции легких сохранялись в пределах нормальных значений. Однако у 5 (11,4%) пациентов из общей группы был выявлен рестриктивный тип вентиляционных нарушений (снижение ОЕЛ менее НГН при сохранном отношении $ОФВ_1/ЖЕЛ$), у 2 (4,5%) — по обструктивному типу ($ОФВ_1/ЖЕЛ < 0,7$). Кроме того, были выявлены статистически значимые различия между ЖЕЛ, ФЖЕЛ, $ОФВ_1$ и ОЕЛ: во 2 группе значения функциональных показателей внешнего дыхания были ниже.

Нарушение ДСЛ было выявлено у 23 (52%), пациентов, что согласуется с данными Huang Y. и соавт. [5]. По всей группе в целом тяжесть снижения показателя DLCO была легкой степени у 39 (88,7%) пациентов, умеренной степени — у 4 (9%) и тяжелой степени выраженности — у 1 пациента, что также согласуется с данными Huang Y. и соавт. [5]. При анализе показателя DLCO по группам была выявлена статистически значимая разница: во 2 группе значение DLCO было снижено, тогда как в 1 группе его величина сохранялась в пределах нормальных значений.

Huang Y. и соавт. [5] было высказано мнение, что нарушение ДСЛ у больных COVID-19 происходит преимущественно на уровне альвеол [5], как следствие диффузного альвеолярного повреждения, которое, в свою очередь, по мнению Самсоновой М. В. и соавт. [3], обусловлено цитопатическим эффектом SARS-CoV-2, а также повреждением аэрогематического барьера. Однако в литературе есть данные, что у небольшого числа пациентов с полным рентгенологическим разрешением COVID-19 DLCO оказывается сниженной, что объясняется нарушением кровотока и микротромбозами в капиллярах легких [5]. Наблюдения за пациентами, перенесшими SARS-CoV инфекцию, показали, что нарушение DLCO может сохраняться продолжительное время. Следовательно, как мы уже упоминали, поскольку SARS-CoV и SARS-CoV-2 генетически очень схожи, есть все основания полагать, что столь длительное снижение DLCO может сохраняться и после COVID-19 [5].

Таблица 1

Характеристика пациентов, показатели легочной вентиляции и диффузионной способности легких после COVID-19

Показатель	Общая группа n=44	Группа 1 n=22	Группа 2 n=22	p
Возраст, лет	47,5 (41,5–55)	46 (40–53)	48,5 (43–55)	0,185
Пол, м/ж, n	35/9	16/6	19/3	-
Курение, нет/экс-курильщик, n	31/13	15/7	16/6	-
Рост, см	177 (170–181)	177 (169–180)	178 (170–182)	-
ИМТ, кг/м ²	29 (26–32,5)	28 (26–31)	29 (27–33)	0,379
Одышка, по шкале mMRC	1 (0–1)	1 (0–1)	1 (0–2)	0,52
Интервал между появлением первых симптомов и функциональным исследованием, дней	48 (39–62)	50 (39–65)	46 (40–58)	0,573
Изменение КТмакс, %	51 (40–65)	44 (25–49)	65 (60–70)	-
ЖЕЛ, %долж.	103 (91–111)	110 (100–117)	94 (88–106)	0,002
ФЖЕЛ, %долж.	101 (89–114)	114 (98–120)	95 (89–104)	0,005
ОФВ ₁ , %долж.	101 (92–115)	112 (96–120)	96 (89–103)	0,013
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %	80 (76–84)	81 (76–84)	80 (76–84)	0,953
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ, %	84 (80–86)	85 (78–87)	83 (80–85)	0,897
СОС _{25-75'} , %долж.	95 (84–119)	101 (89–124)	91 (82–112)	0,177
ОЕЛ, %долж.	102 (90–111)	109 (96–113)	93 (87–105)	0,009
ВГО, %долж.	94 (86–110)	101 (92–111)	92 (78–102)	0,119
Евд, %долж.	108 (97–121)	118 (106–125)	100 (91–111)	0,016
ООЛ, %долж.	107 (90–118)	110 (95–118)	102 (90–115)	0,285
ООЛ/ОЕЛ, %	98 (89–108)	98 (89–108)	96 (93–105)	0,444
Raw _{общ} , кПа сек/л	0,23 (0,2–0,28)	0,23 (0,2–0,27)	0,25 (0,2–0,28)	0,860
DLCO, %долж.	77 (68–85)	82 (71–94)	74 (65–81)	0,027
DLCO/VA, %долж.	88 (79–97)	86 (77–93)	88 (80–99)	1,0

Примечание: данные представлены как медиана (нижний квартиль-верхний квартиль); ИМТ — индекс массы тела; КТмакс, % — максимальная площадь поражения легких.

Таким образом, в период раннего выздоровления после COVID-19 наиболее частым функциональным нарушением системы дыхания является нарушение диффузионной способности легких, за которым следуют рестриктивные нарушения вентиляции и наиболее редко — обструкция дыхательных путей, что согласуется с данными Мо Х. и соавт. [6].

При корреляционном анализе изучаемых показателей были выявлены статистически значимые умеренные обратные корреляционные зависимости КТмакс, % с показателями легочной вентиляции в период выздоровления: ЖЕЛ ($r=-0,52$; $p<0,001$), ФЖЕЛ ($r=-0,48$; $p=0,001$), ОФВ₁ ($r=-0,47$; $p=0,001$), ОЕЛ ($r=-0,55$; $p<0,001$), емкостью

вдоха (Евд) ($r=-0,46$; $p=0,002$) и DLCO ($r=-0,50$; $p<0,001$) (рис. 1).

Выводы

1. Нарушение диффузионной способности легких является наиболее частым функциональным нарушением системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19 (через 30–60 дней после завершения лечения в стационаре), так как у 52% пациентов было выявлено снижение DLCO.
2. Степень нарушения диффузионной способности легких зависит от площади поражения легочной ткани, обусловленного COVID-19.

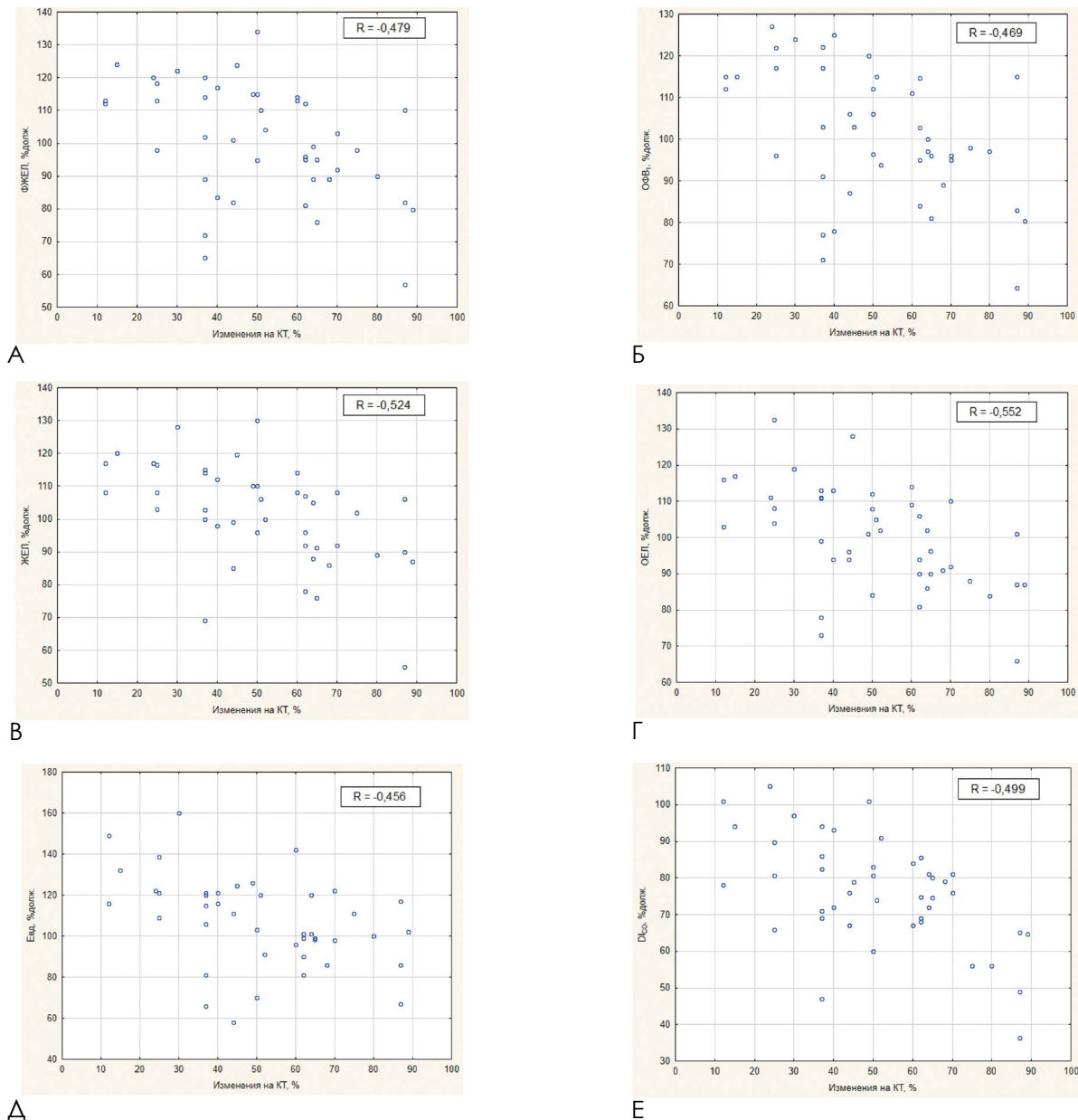


Рисунок 1. Корреляционные связи между структурными изменениями (по данным КТ на пике заболевания) и функциональными показателями внешнего дыхания в период раннего выздоровления: А) форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), Б) объемом форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), В) жизненной емкости легких (ЖЕЛ), Г) общей ёмкостью легких (ОЕЛ), Д) емкостью вдоха (Евд) и Е) трансфер-фактором СО (DLCO).

- У большинства пациентов без сопутствующей бронхолегочной патологии в период раннего выздоровления после COVID-19 вентиляционные показатели сохраняются в пределах нормальных значений.
- Установлена умеренная обратная корреляционная зависимость между объемом поражения легочной ткани по данным КТ и показателями ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁, ОЕЛ, Евд и DLCO в период раннего выздоровления.

Конфликт интересов — Конфликт интересов отсутствует.
Исследование проводилось без участия спонсоров.
Conflict of interest — The authors declare no conflict of interest.
This study was not sponsored.

Список литературы:

- World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
- Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. Версия 7.0 (03.06.2020). URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2020/06/03/14109-minzdrav-rossii-utverdil-7-versiyu-metodicheskikh-rekomendatsiy-po-lecheniyu-covid-19>.
- Самсонова М.В., Михалева Л.М., Зайратьянц О.В., Варясин В.В., Быканова А.В., Мишнев О.Д., Березовский Ю.С., Тишкевич О.А., Гомзикова Е.А., Черняев А.А., Хованская Т.Н. Патология легких при COVID-19 в Москве. // Архив патологии. — 2020. — Т.82, №3. — С.32–40. doi:10.17116/patol2020820432.
- Wölfel R., Corman V.M., Guggemos W., Seilmaier M., Zange S., Müller M.A., Niemeyer D., Jones T.C., Vollmar P., Rothe C., Hoelscher M.

- Blecker T, Brünink S, Schneider J, Ehmann R, Zwirgmaier K, Drosten C, Wendtner C. Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019. // *Nature*. — 2020. — 581 (7809). — 465-469. doi: 10.1038/s41586-020-2196-x.
5. Huang Y., Tan C., Wu J., Chen M., Wang Z., Luo L., Zhou X., Liu X., Huang X., Yuan S., Chen Ch., Gao F., Huang J., Shan H., Liu J. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. // *Respir. Res.* — 2020. — Vol.21, №1. — P.163. doi:10.1186/s12931-020-01429-6.
 6. Mo X., Jian W., Su Z., Chen M., Peng H., Peng P., Lei Ch., Chen R., Zhong N., Li S. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. // *Eur. Respir. J.* — 2020. — Vol.55. — P.2001217. doi:10.1183/13993003.01217-2020.
 7. Бакалушев В.П., Кулемзин С.В., Горчаков А.А. Лесняк В.Н., Юсубалиева Г.М., Сотникова А.Г. COVID-19. Этиология, патогенез, диагностика и лечение. // *Клиническая практика*. — 2020. Т.11, №1. — С.7-20. doi: 10.17816/clinpract26339.
 8. Чучалин А.Г., Айсанов З.Р., Чикина С.Ю. Черняк А.В., Калманова Е.Н. Федеральные клинические рекомендации Российского респираторного общества по использованию метода спирометрии. // *Пульмонология*. — 2014. — №6. — С.11-23.
 9. Graham B. L., Steenbruggen I., Miller M. R., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D.C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O.F., Pellegrino R., Viegi G., Wanger J.: ATS/ERS Task Force. Standardization of Spirometry 2019 Update An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* — 2019. — Vol.200, №8. — P. e70 – e88. doi: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
 10. Wanger J., Clausen J.L., Coates A., Pedersen O.F., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Crapo R., Enright P., van der Grinten C.P., Gustafsson P., Hankinson J., Jensen R., Johnson D., MacIntyre N., McKay R., Miller M.R., Navajas D., Pellegrino R., Viegi G. Standardisation of the measurement of lung volumes. // *Eur. Respir. J.* — 2005. — Vol.26, №3. — P.511–522. doi: 10.1183/09031936.05.00035005.
 11. Graham B.L., Brusasco V., Burgos F., Cooper B.G., Jensen R., Kendrick A., MacIntyre N.R., Thompson B.R., Wanger J. 2017 ERS/ATS Standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. // *Eur. Respir. J.* — 2017. — Vol.49. — P.pii: 1600016. doi: 10.1183/13993003.00016-2016.
 12. Рекомендации Российского респираторного общества по проведению функциональных исследований системы дыхания в период пандемии COVID-19 Версия 1.1. от 19.05.2020. URL: https://spulmo.ru/upload/rekomendacii_rro_fvd_COVID_19_rev1_1_01062020.pdf.
 13. Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E., Pedersen O.F., Peslin R., Yernault J.C. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. // *Eur. Respir. J.* — 1993. — Vol.6 (Suppl.16). — P.5–40.
 14. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., Cheng Zh., Yu T., Xia J., Wei Y., Wu W., Xie X., Yin W., Li H., Liu M., Xiao Y., Gao H., Guo Li, Xie J., Wang G., Jiang R., Gao Z., Jin Q., Wang J., Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. // *Lancet*. — 2020. — Vol.395. — P.497–506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
 15. Li L., Huang T., Wang Y., Wang Z., Liang Y., Huang T., Zhang H., Sun W., Wang Y. COVID-19 patients' clinical characteristics, discharge rate, and fatality rate of meta-analysis. // *J. Med. Virol.* 2020. — Vol.92, №6. — P.577-583. doi: 10.1002/jmv.25757.
 16. Lippi G., Henry B.M. Active smoking is not associated with severity of coronavirus disease 2019 (COVID-19). // *Eur. J. Intern. Med.* — 2020. — Vol.75. — P.107–108. doi: 10.1016/j.ejim.2020.03.014.
 17. Rossato M., Russo L., Mazzocut S., Di Vincenzo A., Fioretto P., Vettor R. Current smoking is not associated with COVID-19. // *Eur. Respir. J.* — 2020. — Vol.55. — P.2001290. doi:10.1183/13993003.01290-2020.

Для цитирования: Савушкина О.И., Черняк А.В., Крюков Е.В., Кулагина И.Ц., Самсонова М.В., Калманова Е.Н., Зыков К.А. Функциональные нарушения системы дыхания в период раннего выздоровления после COVID-19. Медицинский алфавит. 2020; (25):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-7-12>

For citation: Savushkina O.I., Cherniak A.V., Kryukov E.V., Kulagina I.Ts., Samsonova M.V., Kalmanova E.N., Zikov K.A. Pulmonary function after COVID-19 in early convalescence phase. Medical alphabet. 2020; (25):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-7-12>



21-Й КОНГРЕСС
Российского общества холтеровского мониторингирования
и неинвазивной электрофизиологии (РОХМиНЭ)
13-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНГРЕСС
"Клиническая электрокардиология"
VI-я Всероссийская конференция
детских кардиологов ФМБА России
12-13 октября 2020 года

 **ONLINE**

2020.rohmine.org

Клиническое значение пульсоксиметрии у взрослых

О. В. Гришин, д.м.н., профессор кафедры электронных приборов¹, доцент Кафедры внутренних болезней²

В. Г. Гришин, к.б.н., с.н.с. Лаборатории биомедицинской информатики³

¹ФГАОУВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ)

²ФГБОУВО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ)

³ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» (ФИЦ ИВТ), Новосибирск

Clinical use of pulse oximetry in adults

O. V. Grishin^{1,2}, V. G. Grishin³

¹Novosibirsk State University (NSU)

²Novosibirsk State Technical University (NETI)

³Institute of Computational Technologies SB RAS (ICT SB RAS), Novosibirsk

Резюме

Статья посвящена практическим аспектам пульсоксиметрии. Пульсоксиметрия — это фотоплетизмографический метод определения частоты сердечных сокращений и процентного содержания оксигемоглобина в артериальной крови. Метод позволяет объективно оценивать артериальную гипоксемию, поэтому может использоваться в функциональной диагностике и в повседневной практике врачей-интернистов любой специализации. В статье кратко представлена история пульсоксиметрии и описание методики. Особое внимание уделено точности измерений и референсным значениям показателей пульсоксиметрии. Здесь же рассматривается функциональное значение пульсоксиметрии. Несколько разделов посвящено практическим вопросам: интерпретации результатов пульсоксиметрии в диагностике артериальной гипоксии, в дифференциальной диагностике одышки, диагностическому значению феномена десатурации. Большой раздел посвящён значению пульсоксиметрии при вирусной пневмонии COVID-19.

Ключевые слова: пульсоксиметрия, оксигенация крови, точность измерения, референсные значения, кислородный каскад, артериальная гипоксия, гипокания, одышка, вирусная пневмония, COVID-19.

Summary

The article is devoted to the practical aspects of pulse oximetry. Pulse oximetry is a photoplethysmographic method for determining heart rate and the percentage of oxyhemoglobin in arterial blood. The method allows you to objectively evaluate arterial hypoxemia, therefore, it can be used in functional diagnostics and in the daily practice of interns of any specialization. The article briefly presents the history of pulse oximetry and a description of the technique. Particular attention is paid to the accuracy of measurements and reference values of pulse oximetry. The functional significance of pulse oximetry is also considered here. Several sections are devoted to practical issues: interpretation of the results of pulse oximetry in the diagnosis of arterial hypoxia, in the differential diagnosis of shortness of breath, the diagnostic value of the phenomenon of desaturation. A large section is devoted to the importance of pulse oximetry in viral pneumonia COVID-19.

Keywords: pulse oximetry, blood oxygenation, measurement accuracy, reference values, oxygen cascade, arterial hypoxia, hypocapnia, dyspnea, viral pneumonia, COVID-19.

История пульсоксиметрии

Первая попытка пульсоксиметрии относится к 1874 г., когда Вирорд обнаружил, что луч красного света, проходя через кисть руки, ослабевает после наложения жгута. В 1940 г. Милликаном в Кембридже сконструирован гемоксиметр для диагностирования гипоксии у пилотов. Приборы были громоздкими, так как свет нужной волны получали с помощью светофильтров. В 1972 г. японский инженер Т. Аояги разработал метод регистрации поглощения света при пульсации артерий. Первый прибор был выпущен в 1975 году корпорацией Nihon Kohden, но в качестве источника света по-прежнему был светофильтр. В 1977 году корпорация MINOLTA выпустила пульсоксиметр, в котором световой поток передавался к датчику по световолоконному кабелю. Затем американский исследователь С. Вилбер создал легкий и компактный ушной датчик со светодиодами, применив для калибровки и обработки данных микропроцессор и, самое главное, разработал и запатентовал алгоритм расчета насыщения кислородом крови (SpO₂). Объединение принципа Аояги и полупроводниковых технологий позволило Вилберу создать современный

пульсоксиметр (компания BLOX). Вскоре пульсоксиметрию признали самым полезным методом мониторинга в анестезиологии и интенсивной терапии. К 1990 г. приборы выпускали, более 30 фирм [1, 2].

Методика пульсоксиметрии

Оксигемоглобин (HbO₂) и гемоглобин (Hb) поглощают свет в разных спектрах по-разному. Они имеют разный коэффициент поглощения, который характеризует способность тела поглощать падающее на него излучение. Эмпирически, были подобраны спектры, в которых это различие максимально. Этому условию удовлетворяют красная и ближняя инфракрасная области спектра излучения. При длине волны излучения в диапазоне 650–700 нм (красная область) гемоглобин поглощает примерно в 10 раз больше света, чем оксигемоглобин, а на волне 850–940 нм (инфракрасная область) — поглощение оксигемоглобина больше, чем гемоглобина (рис. 1).

В соответствии с современной методикой через участок или объем ткани пропускаются два луча света 650 и 940 нм.

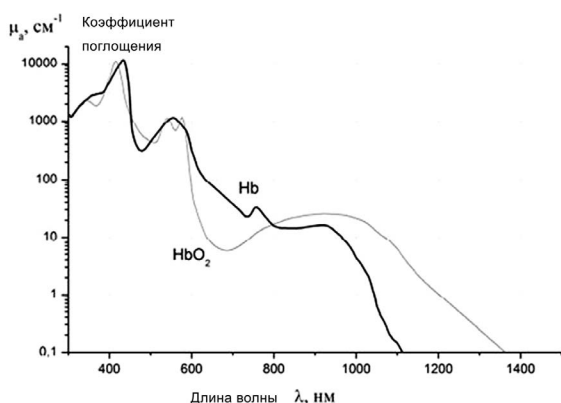


Рисунок 1. Зависимость поглощения света от длины волны излучения для различных форм гемоглобина: HbO₂ — оксигемоглобин, Hb — гемоглобин (взято из Крепс Е. Оксигеметрия. — М.: Медицина, 1978, 212 с.).

Проходя через ткани, свет от этих источников поглощается пропорционально, во-первых, коэффициенту затухания (рис. 2), а во-вторых, массе оксигемоглобина и гемоглобина. Фотоприемник фиксирует энергию непоглощенного света, а разность между энергией источника и фотоприемника позволяет рассчитать соотношение массы оксигемоглобина и массы гемоглобина.

Согласно закону Бугера-Ламберта-Бееера, величина поглощения света пропорциональна толщине слоя поглощающего вещества, то есть объема крови, проходящего через исследуемый участок тканей. Сужение и расширение сосудов при артериальной пульсации вызывают соответствующее изменение амплитуды сигнала, получаемого с выхода фотоприемника [2, 3].

Измерение поглощения света производится в моменты систолического выброса, то есть в моменты максимума амплитуды сигнала датчика для двух длин волн излучения. Как уже говорилось выше, для этой цели в датчике используются два источника излучения с различными спектральными характеристиками. Для определения оксигенации крови в рабочей области датчиков должны быть участки тканей, содержащие артериальные сосуды и артериолы. В этом случае сигналы с фотоприемников включают две составляющие: пульсирующую компоненту артериальной крови (рис. 2, «А») и постоянную «базовую» составляющую (рис. 2 «В»), которая включает компоненты венозной крови, кожи и других тканей исследуемого участка. Расчет сатурации проводится в момент систолического выброса, так как на вершине систолы удастся наиболее точно определить процент содержания (сатурацию) оксигемоглобина в артериальной крови [4]. При этом изменение поглощения пульсового потока артериальной крови, регистрируемого с использованием источника инфракрасного или светового излучения и фоторезистора или фототранзистора, называется фотоплетизмограммой.

Точность измерения

Прямое измерение насыщения гемоглобина кислородом в артериальной крови принято обозначать SaO₂, измеренное с помощью чрескожного пульсоксиметрии — SpO₂. Каждый производитель пульсоксиметров разрабатывает свою собственную калибровочную кривую, по которым рассчитывает-

ся показатель SpO₂. Калибровка измеренных сигналов фотоплетизмографии выполняется эмпирически для каждого типа коммерческого пульсоксиметрического датчика, используя измерение SaO₂ 'in vitro' в экстрагированной артериальной крови [5]. Кроме того, проводятся исследования на добровольцах с применением дыхания гипероксическими и гипоксическими смесями. Полученные данные подвергаются математической обработке для получения калибровочных кривых. Запатентованная калибровочная кривая создается путем наилучшего соответствия данных SpO₂ с измеренными данными в пределах заданной точности.

Производители пульсовых оксиметров обычно заявляют о точности $\pm 2\%$, оцениваемой по стандартному отклонению (SD), которое получают при сравнении SpO₂ и SaO₂, измеренных одновременно у здоровых людей или 'in vitro' [5]. Однако SD в $\pm 2\%$ отражает ожидаемую ошибку 4% (две SD), что соответствует погрешности до 4%, о которой сообщается в клинических исследованиях [4, 5]. Это относится к систематической ошибке пульсоксиметров. При этом, воспроизводимость измерений, как правило, находится в пределах 1–2%. Таким образом, пульсоксиметр может постоянно занижать на 2% или завышать показатели на 2%, при этом разброс повторных измерений будет составлять около 1%. Все это относится к области измерений SpO₂ от 80 до 100%. При меньших значениях SpO₂ точность резко падает.

Следует отметить, что измеряемые показатели, по которым рассчитывается SpO₂, не зависят от оптических характеристик кожи и тканей, а определяется оптическими свойствами артериального выброса крови, что обеспечивает высокую точность измерения сатурации в пульсоксиметрии. Учитывая популярность и повышение спроса на пульсоксиметры, количество производителей будет увеличиваться, что может повлиять на качество датчиков [6].

При пульсоксиметрии датчик чаще всего располагается на одном из пальцев рук, в которых исходно высокий уровень кровотока. Повышенный кровоток в пальцах необходим для поддержания температуры из-за низкого соотношения масса/площадь поверхности. Среднее напряжение кислорода (PO₂) в артериях и артериолах пальцев варьирует от 80 до 90 мм рт. ст. В таком диапазоне PO₂ насыщение оксигемоглобина варьирует в пределах от 95 до 98% (рис. 4). Снижение SpO₂ ниже 95% указывает на снижение PO₂ в артериальной крови пальца ниже 80 мм рт. ст. и, по существу, отражает

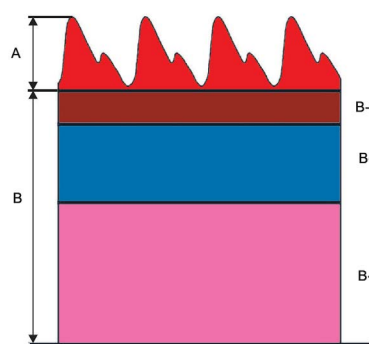


Рисунок 2. Поглощение световых потоков тканями (кривая фотоплетизмограммы инвертирована). А — изменяющееся поглощение пульсирующей артериальной кровью. В — постоянное поглощение: В-1 — тканями, кожей и костями, В-2 — венозной кровью, В-3 — постоянным объемом артериальной крови.

артериальную гипоксию. Вместе с этим снижение общего кровотока в пальце (при том же потреблении кислорода тканями) приведет к локальному снижению PO_2 (локальной артериальной гипоксемии) и, соответственно, снижению SpO_2 . Такую ситуацию можно смоделировать, подняв руку с датчиком пульсоксиметра над головой.

Референсные значения пульсоксиметрии

С практической точки зрения необходимо помнить, что для пульсоксиметров допускается ошибка в пределах $\pm 2\%$, то есть от min до max допустимых значений диапазон будет составлять 4% [4]. Это означает, что при измерении у одного и того же человека разные пульсоксиметры могут показывать значения в диапазоне до 4%, например, от 95 до 99%. Вместе с этим воспроизводимость у пульсоксиметров, как правило, находится в пределах $\pm 1\%$. Поэтому перед началом использования нового пульсоксиметра целесообразно его показания сравнить с уже известным и проверенным прибором. Так можно оценить систематическое отклонение и принимать это во внимание при интерпретации измерений. Обычно заметная систематическая ошибка бывает у приборов не медицинского, а бытового назначения.

В рекомендациях ВОЗ [7] по поводу референсных значений SpO_2 отмечено, что здоровый человек при дыхании воздухом на уровне моря будет иметь насыщение крови в пределах 95–100%. Анализ литературы полностью это подтверждает. В частности, в работе [8], которые провели измерение у более 6000 человек, показано, что у здоровых людей в возрасте от 1 до 80 лет на уровне моря и до высоты 1000 м вероятность значения SpO_2 ниже 95% составляет менее 3% (рис. 3). Вероятность значения SpO_2 менее 94% приближается к нулю. При этом у лиц, адаптированных к условиям проживания на возвышенности и среднегорья, средние значения SpO_2 остаются выше 95% до высоты 2000 м. Аналогичные данные можно найти в других работах с менее представительной выборкой взрослых и детей [9, 10].

Функциональное значение пульсоксиметрии

Пульсоксиметрия — это фотоплетизмографический метод определения частоты сердечных сокращений и процентного содержания оксигемоглобина в артериальной крови. Насыщение крови кислородом в основном определяется напряжением кислорода и в меньшей степени другими параметрами, например, pH, температура, напряжения CO_2 в крови и др. (рис. 4). Пульсоксиметрия — это пока единственный широко доступный метод, по которому можно косвенно оценить ключевой и жизненно важный показатель — напряжение кислорода в артериальной крови — PaO_2 [11]. Именно PaO_2 определяет масс перенос кислорода из артериальной крови в митохондрии клеток. Масс перенос кислорода (oxygen mass transport) — это масса доставляемого молекулярного кислорода в ткани. В норме соответствует кислородному запросу, то есть количеству кислорода, которое необходимо организму для нормальной жизнедеятельности.

Поэтому основное назначение пульсоксиметрии — это диагностика артериальной гипоксемии, которая характеризуется падением SpO_2 и, — соответственно, ограничением для масс переноса кислорода в организме.

Важность показателя SpO_2 определяется тем, что PaO_2 является одним из гомеостатических параметров организма. В норме у здоровых людей в условиях нормоксии оперативный контроль легочной вентиляции центральная нервная система (ЦНС) осуществляет по напряжению углекислого газа через концентрацию ионов H^+ . Однако более значимым параметром для организма является PaO_2 . Реакция на критическое снижение этого параметра (ниже 70 мм рт. ст.) в виде гипервентиляции развивается в течение нескольких минут и превосходит по значимости информацию о падении $PaCO_2$ (классическая ситуация в условиях высокогорья).

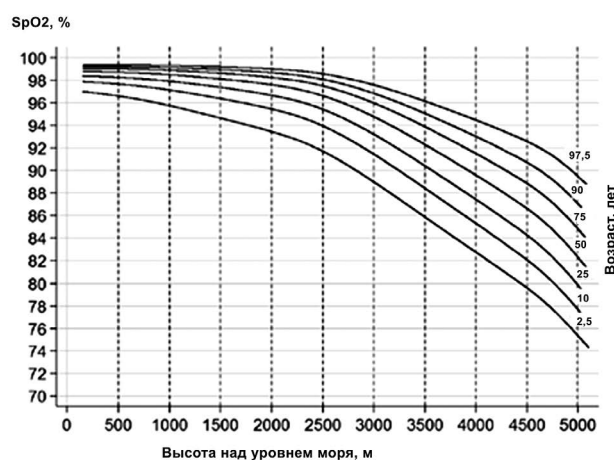


Рисунок 3. Средние значения (мода, 50-й перцентиль) и разброс результатов измерения SpO_2 на разных высотах над уровнем моря у здоровых людей от 1 года до 80 лет, постоянно проживающих в местности проведения измерений [8].

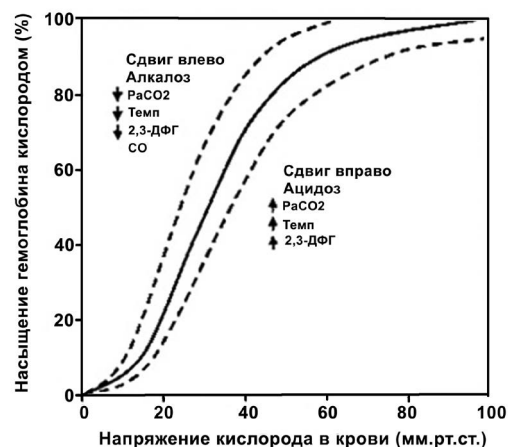


Рисунок 4. Кривая диссоциации оксигемоглобина и факторы, влияющие на ее изменение [12].

При этом поддержание pH на прежнем уровне обеспечивается буферной системой крови, а также адаптивным изменением функции почек, которые способны изменять скорость выведения HCO_3^- с мочой [13]. В связи с этим, организм достаточно хорошо может приспосабливаться к постоянному отклонению $PaCO_2$. При адаптации в горах у человека этот процесс занимает около 1 недели [14, 15]. Уместно заметить, что снижение PaO_2 до 70 мм рт. ст. на-

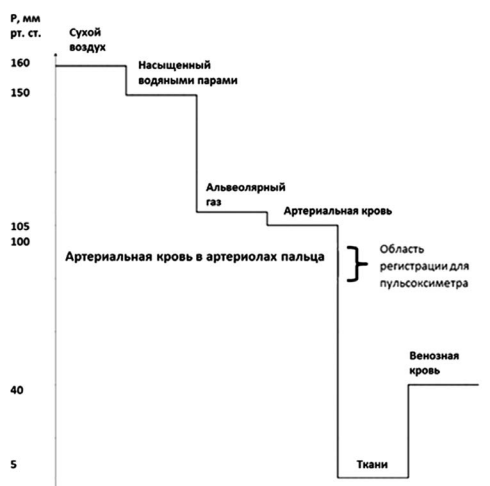


Рисунок 5. Кислородный каскад в организме человека (взято из <http://www.partone.lifeinthefastlane.com/>).

блюдается при легкой гипоксии в условиях низкогогорья, соответствует вдыханию гипоксической смеси до 17 об.% O_2 при 1 атм. или подъеме на высоту около 1000–1500 м над уровнем моря. У здорового человека при легкой гипоксии SpO_2 сохраняется на уровне 94–96% благодаря компенсаторному увеличению легочной вентиляции, повышению минутного объема кровообращения и кривой диссоциации гемоглобина [8, 12].

У больных с дыхательной недостаточностью (ДН), имеющих постоянно низкие значения PaO_2 и SpO_2 , контроль вентиляции со стороны ЦНС осуществляется не по $PaCO_2$, как у здоровых, а в основном по PaO_2 [16]. Поэтому перевод таких больных на гипероксическую смесь нужно начинать с невысокой концентрации FiO_2 , постепенно увеличивая концентрацию O_2 , чтобы не вызвать резкое падение легочной вентиляции и повышение $PaCO_2$. При этом необходимо осуществлять контроль вентиляции с помощью капнометра или хотя бы визуально по глубине и частоте дыхания. Урежение дыхания и даже кратковременная остановка дыхания указывает на рефлекторную гипероксическую гиповентиляцию и нарастающую гиперкапнию и требует произвольного усиления вентиляции.

Кислородный каскад

Протекающие в организме биохимические процессы нуждаются в постоянном притоке кислорода. Однако кислород является крайне агрессивным окислителем для большинства биологических структур. Кислород плохо растворяется в воде, поэтому концентрация свободного кислорода в тканях остается на относительно безопасном уровне. В то же время в клетки кислород поступает в том количестве, которое необходимо митохондриям. Процесс протекает пассивно по градиенту кислорода (рис. 5). Саморегулирующийся и в то же время «строго дозированный» масс перенос кислорода обеспечивается эритроцитами — высоко специализированными безъядерными клетками, содержащими гемоглобин. Соединение кислорода с гемоглобином неустойчиво и в основном зависит от напряжения кислорода в крови.

Весь процесс масс переноса кислорода можно представить в виде кислородного каскада, который хорошо отражает физический процесс пассивного движения кислорода по градиенту давления из атмосферного воздуха ($PO_2=150$ мм рт. ст.) к митохондриям клеток, в которых окислительно-восстановительные процессы протекают при $PO_2=5$ мм рт. ст. (рис. 5). Показатель SpO_2 характеризует совместную функцию внешнего дыхания и кровообращения по поддержанию необходимого уровня напряжения кислорода в артериальной крови. Снижение SpO_2 означает падение градиента на этапе кровь–ткани, и как следствие, снижение движущей силы (градиента давления) для масс переноса кислорода, то есть состояние гипоксии.

Острая и хроническая артериальная гипоксия

Эти два состояния удобнее рассмотреть на примере острой и хронической дыхательной недостаточности. Так, у больных хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) II–IV стадии при среднем значении объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) 37,7% от должных значений среднее значение SpO_2 в покое составляет 88% [17]. Больные относительно спокойно переносят такое состояние, в то время как здоровый человек быстрое падение сатурации до таких значений, которые соответствуют выраженной артериальной гипоксии (PaO_2 ниже 70 мм рт. ст.), будет испытывать дискомфорт, и в течение суток у него могут появиться симптомы горной болезни, как это бывает при быстром подъеме новичков на высоту более 2 км [18, 19].

Таким образом, интерпретация результатов пульсоксиметрии в диагностике артериальной гипоксии определяется степенью адаптированности человека к гипоксии. Для этого нужно знать, является ли выявленное снижение SpO_2 острым (до 7 дней) или хроническим. Здоровый организм человека способен прекрасно адаптироваться к гипоксии, однако для этого нужно несколько суток [19]. В условиях острой гипоксии в течение первых суток организм использует энергозатратные механизмы срочной адаптации — повышение объема легочной вентиляции, увеличение ударного объема сердца, частоты сердечных сокращений и др. Одновременно запускаются механизмы длительной адаптации, что достигается за счет увеличения количества эритроцитов, гемоглобина, увеличения митохондрий в клетках и др. [19, 20].

Кроме того, продолжительная адаптация к медленно развивающейся гипоксии значительно изменяет восприятие одышки самим больным [21]. Результатом успешной адаптации к гипоксии становится восстановление масс переноса кислорода в ткани при сниженном PaO_2 . Эти процессы хорошо изучены в условиях высокогорья. По мере адаптации в горах, у человека восстанавливается уровень физической работоспособности, вновь повышается уровень максимального потребления кислорода, хотя и не достигает исходных значений на уровне моря [19].

Организм больных хроническими заболеваниями системы дыхания и кровообращения со сниженным PaO_2 также адаптирован к гипоксии, поэтому наличие сниженного SpO_2 даже до 92% не считается критичным и не требует госпитализации. Критериями для лечения в стационаре у таких больных служит снижение SpO_2 ниже 90% или на 4% от исходных

значений [22]. Совсем иная ситуация у прежде здоровых людей, у которых исходно функциональные резервы системы дыхания и кровообращения позволяют более, чем в 10 раз повышать масс перенос кислорода при физических нагрузках. Пониженный уровень SpO_2 в покое ($<94\%$) отражает серьезный процесс функционального ограничения. Поэтому при таких заболеваниях, как инфаркт миокарда, пневмония, нужно ориентироваться на средние показатели здоровых людей, а нижней границей нормы SpO_2 считать уровень 95% .

Пульсоксиметрия в клинической практике

Широкое применение пульсоксиметрии в клинической практике началось с 90-х годов прошлого века в анестезиологии и реаниматологии в рамках медицинского мониторинга для своевременного выявления критических состояний, контроля эффективности оксигенации при кислородной терапии, а также для быстрого выявления технических проблем (прекращение подачи кислорода больному, смещение датчика, слабый сигнал и др.). Такие пульсоксиметры имеют «аларм» систему предупреждения при выходе показателей мониторинга за пределы установленных значений. Таким образом, основной функцией пульсоксиметрии долгое время оставалось своевременное предупреждение о реальной или возможной опасности артериальной гипоксемии.

В последние годы пульсоксиметрия стала использоваться в качестве диагностического инструмента в клинической практике и в функциональной диагностике. Напряжение кислорода в крови определяется функцией систем внешнего дыхания и кровообращения. В связи с этим можно определить перечень патологических состояний, при которых будет наблюдаться снижение SpO_2 как результат падения PaO_2 :

1. Снижение легочной (альвеолярной) вентиляции:
 - а) Нарушение регуляции дыхания (например, угнетение дыхательного центра);
 - б) Нарушение функции дыхательных мышц (утомление, дистрофия и др.);
 - в) Увеличение работы дыхания вследствие повышения бронхиального сопротивления и/или нарушения эластических свойств бронхов и легочной ткани;
 - г) Снижение локальной вентиляции при нормальной перфузии (например, воздушные ловушки — air-trapping).
2. Изменение свойств аэрогематического барьера:
 - а) Увеличение диффузионного сопротивления (интерстициальный отек, альвеолярный экссудат, образование гиалиновых мембран и др.);
 - б) Уменьшение респираторной поверхности легких, то есть площади газообмена (ателектазы, фиброз и др.).
3. Нарушение кровообращения:
 - а) Сердечная недостаточность;
 - б) Сосудистая патология по малому кругу и/или по большому кругу;
 - в) Несовпадение локального кровотока нормальной вентиляции (тромбоэмболия ветвей легочной артерии и др.).

В широкой клинической практике пульсоксиметрия может применяться в качестве объективного метода диагностики дыхательной недостаточности и может прийти на смену оценки ДН по частоте дыхания. Критерий частоты дыхания (по разным источникам выше 22, 25 или 30 циклов в минуту)

не может считаться надежным критерием, так как, во-первых, в норме у здоровых людей в покое он может варьировать в широких пределах от 7 до 28 в минуту [23], во-вторых, до сих пор нет данных о чувствительности и специфичности этого метода в отношении ДН [24].

Пульсоксиметрия имеет достаточно высокую чувствительность, но низкую специфичность, потому что уровень SpO_2 зависит не только от внешнего дыхания, но и от функционального состояния кровообращения. Однако при исключении сердечно-сосудистой патологии SpO_2 достаточно точно отражает степень нарушения функции внешнего дыхания, поэтому в ряде рекомендаций [25] этот показатель уже вошел в качестве объективного критерия диагностики ДН (табл. 1).

Пульсоксиметрия пока не входит международные и национальные рекомендации в качестве объективного критерия оценки тяжести внебольничной пневмонии, хотя уже проведено достаточно много клинических исследований, в которых показано, что у детей и взрослых такой границей может служить уровень ниже 94% [26, 27, 28].

Таблица 1

Классификация дыхательной недостаточности (ДН) по степени тяжести в зависимости от уровня SpO_2 в покое [25]

Степень ДН	SpO_2 , %
Норма	≥ 95
I	90–94
II	75–89
III	<75

Диагностическое значение феномена десатурации

Любое изменение сатурации в пределах 95 – 100% следует относить к физиологической норме. Патологическая десатурация — это снижение SpO_2 более чем на 2% от уровня нормы — 95% при предъявлении кратковременной (не более 10 минут) легкой физической нагрузки. Это соответствует снижению PaO_2 более чем на 5 мм рт. ст. от нижней границы нормы PaO_2 — 80 мм рт. ст. [29]. Величина 2% превышает воспроизводимость метода пульсоксиметрии, которая не должна превышать $\pm 1,0$ [4, 5]. Это нашло подтверждение в нашем исследовании на здоровых добровольцах [30], в котором было показано достоверное снижение SpO_2 на $2,5\%$ при 5-минутном дыхании гипоксической смесью, содержащей 17 об.% кислорода.

Эффект десатурации может проявляться при резком или избыточном увеличении кислородного запроса, например, при физической нагрузке, приеме пищи или лихорадке. Выявленный эффект десатурации у больных с дыхательной и сердечной недостаточностью позволяет использовать пульсоксиметрию в качестве простого и удобного метода выявления скрытой артериальной гипоксии, возникающей при легких физических нагрузках. У таких пациентов нет дефицита кислорода, пока они находятся в состоянии покоя. Гипоксия появляется во время обычной бытовой деятельности [31].

По существу проба с десатурацией — это функциональный нагрузочный тест, который выявляет неспособность систем внешнего дыхания и/или кровообращения обеспечить увеличенный кислородный запрос. Функциональная проба с десатурацией помогает тогда, когда жалобы на одышку вызывают сомнения, клинические признаки дыхательной и/или сердечной недостаточности размыты, а измеряемые значения SpO_2 в покое могут находиться на границе нормы. Иногда значения могут варьировать между 93–95% и трудно оценить степень или даже сам факт наличия функциональной недостаточности. Можно провести простой функциональный тест с минимальной физической нагрузкой, например, для тяжелого пациента достаточным будет переход из положения «лежа» в положение «сидя» или «стоя». Появление десатурации позволит установить скрытую дыхательную и/или сердечную недостаточность.

В настоящее время для определения степени дыхательной и сердечной недостаточности рекомендуется опросники mMRC или CAT, основанные на субъективной оценке пациента своей толерантности к физическим нагрузкам [22]. Надо заметить, что классификатор MRC был создан Флетчером с соавторами [32] еще в 50-е годы прошлого столетия. В то же самое время в СССР была разработана аналогичная отечественная классификация хронической дыхательной недостаточности [33]. При сравнении пробы с десатурацией и опросников, пульсоксиметрия, несомненно, более предпочтительна в качестве объективного критерия артериальной гипоксии. Известный гипоксический критерий PaO_2/FiO_2 , который предлагается использовать в практике интенсивной терапии, чаще всего остается недоступным из-за необходимости пунктирования артерий.

В последние годы обсуждается применение пульсоксиметрии во время 6-минутного шагового теста для регистрации снижения SpO_2 , то есть десатурации [34; 35]. Для этого регистрируют уровень SpO_2 в исходном состоянии покоя — $SpO_2(r)$. Далее определяют минимальное значение показателя при выполнении 6-минутного нагрузочного теста — $SpO_2(m)$, а также через 1 минуту после нагрузки на фоне восстановления — $SpO_2(p)$.

Для функциональной оценки используется разность $SpO_2(r) - SpO_2(m)$, а также индекс восстановления SpO_2 , равный:

$$In(SpO_2) = \{[SpO_2(p) - SpO_2(m)] / SpO_2(r)\} * 100.$$

Значение индекса сравнивали с диффузионной способностью легких для прогноза у больных интерстициальной пневмонией [35]. Диагностическая значимость указанных параметров находится в стадии клинических исследований.

Однако сам по себе 6-минутный шаговый тест с большим трудом приживается в клинической практике, а в некоторых случаях ценность теста подвергается критике [34]. Гораздо более удобным, быстрым и не менее точным может оказаться унифицированный гарвардский тест с подъемом на две ступеньки высотой 15 см каждая. Подъем известной массы тела в течение 10 шагов на общую высоту 3 м пациент может выполнить в кабинете врача в течение 10 секунд. Этого будет вполне достаточно для выявления диагностической десатурации при выполненной работе, которую можно легко вычислить по формуле $M * g * h$ (M —

масса тела пациента, g — ускорение падения, h — высота подъема).

Контроль десатурации необходимо использовать у больных в процессе выполнения физических нагрузок, чтобы не допускать выраженной артериальной гипоксемии, соответствующей SpO_2 не ниже 90%. Это важно для объективного контроля толерантности к физическим нагрузкам в быту и при выполнении специальных реабилитационных программ. Показано, что критическим значением для пациентов с хронической дыхательной и/или сердечной недостаточностью можно считать значение SpO_2 , равное 89%. Такая ситуация может наблюдаться постоянно у хронических больных даже на фоне дополнительного использования кислорода [36].

Пульсоксиметрия при одышке

Одышка — это субъективное ощущение дыхательного дискомфорта различной выраженности, вызванное нарушением регуляции дыхания, и/или вентиляции, либо нарушением газообмена [37]. Известный американский пульмонолог D.A. Mahler субъективный компонент одышки характеризует следующим образом: «Одышка определяется как субъективный опыт, содержащий особые качественные ощущения различной интенсивности» [38]. Г.Г. Исаев [39] полагал, что одышкой следует считать затрудненное дыхание вследствие нарушения регуляции дыхания, нарушения механики дыхания или вследствие чрезмерной интенсивности газообмена. А.Г. Чучалин [40], в свою очередь, обращает внимание на тесную связь между одышкой и дыхательной недостаточностью. Вместе с этим при психогенной одышке симптомы респираторного дискомфорта редко соответствуют результатам функциональных исследований. Условно все варианты одышки можно разделить на три формы (табл. 2): функциональную, психогенную и патологическую или гипоксическую.

Психогенная одышка в предложенной классификации соответствует так называемой необъяснимой одышке или «идиопатической гипервентиляции», которую относят к одному из проявлений тревожных и панических расстройств [37]. Однако психогенная одышка может возникать самостоятельно и уже вторично вызывать страх и тревогу. В этих случаях респираторный дискомфорт следует рассматривать в качестве особого явления, как нарушение субъективного восприятия собственного дыхания, не связанного с патологией или каким-либо ограничением процессов газообмена в системе транспорта кислорода. Таким образом, психогенная одышка является субъективным ощущением, не зависящим от афферентной информации, поступающей в дыхательный центр [41]. С помощью пульсоксиметрии психогенную одышку можно без труда отличить от дыхательной и/или сердечной недостаточности путем измерения SpO_2 в покое и при какой-нибудь стандартизированной нагрузке. В норме этот параметр находится в пределах 95–98%. Снижение ниже 95% в покое или десатурация при нагрузке указывает на артериальную гипоксемию. Таким образом, пульсоксиметрия, проводимая в покое в сочетании с кратковременными нагрузками, позволяет проводить дифференциальную диагностику одышки.

Значение пульсоксиметрии при вирусной пневмонии COVID-19

Артериальная гипоксемия — один из основных синдромов, который развивается у больных пневмонией, вызванной COVID-19. Обращает внимание необычайно высокая тропность коронавируса в отношении легочной ткани, а точнее, альвеолярного эпителия [42]. Очевидно, это обстоятельство определяет характер клинического течения — развитие острой дыхательной недостаточности с трансформацией в острый респираторный дистресс синдром и быстрым истощением противостертой системы с развитием ДВС-синдрома. По данным [43] гипоксемия на фоне вирусной пневмонии с падением SpO_2 ниже 88% развивается в 30% случаев у госпитализированных больных.

В первые сутки появления КТ-признаков интерстициальной пневмонии в виде очагов или диффузных областей «матового стекла» указывает на отек интерстиция с утолщением аэрогематического барьера. Однако в начальный период одышка не выражена, SpO_2 остается в пределах нормы, что подтверждается сообщениями о бессимптомных больных с подобными изменениями на КТ [44].

Прогрессирование вирусной пневмонии проявляется увеличением очагов поражения на КТ и появлением одышки. Поражение легочной ткани сопровождается образованием большого количества фибрина, который «цементирует» элементы клеточного детрита внутри ацинусов, а также в интерстиции в виде гиалиновых мембран. Площадь распространения, плотность и толщина этих образований определяет степень снижения диффузии O_2 и CO_2 через аэрогематический барьер. Кроме того, нарушение морфо-функциональных характеристик ацинусов приводит к микроразрывам, локальным дистелектазам и ателектазам с дополнительным выпадением респираторных зон из газообмена. Общая эффективность альвеолярного газообмена многократно падает, развивается гипоксемия. Легкие становятся «жесткими», поэтому попытка обеспечить необходимый газообмен с помощью ИВЛ повышает риск дополнительной баротравмы легочной ткани.

Трех-стадийное течение — это уже типичная картина заболевания при тяжелом течении, как например, у премьера Великобритании Б. Джонсона (таб. 3). 1-я стадия (вирусная) — протекает около 7 дней как классическая острая респираторная вирусная инфекция (ОРВИ) с обычным на-

бором симптомов, невыраженной клинической картиной и небольшим подъемом температуры. Необходимо заметить, что поражение легочной ткани имеет место уже на этой стадии [42, 44].

2-я стадия (легочная) начинается с 6–9 дня и характеризуется резким ухудшением с подъемом температуры, появлением респираторных симптомов на фоне острой дыхательной недостаточности. На этой стадии нужна кислородная поддержка, но искусственная вентиляция еще не нужна. Уже на 2-й день появления одышки, как правило, развивается артериальная гипоксемия со снижением SpO_2 . При дальнейшем ухудшении развивается 3-я стадия гипервоспаления в легких с развитием острого респираторного дистресс синдрома, когда требуется сначала вспомогательная, затем уже искусственная вентиляция легких в реанимации [45, 46].

Во 2-ю и 3-ю стадию показатели SpO_2 коррелируют с объемом поражения, тяжестью состояния и смертностью [47]. Причем уровень SpO_2 ниже 91% является критической границей неблагоприятного исхода. Значение «отсечения» SpO_2 90,5% продемонстрировало высокую чувствительность 84,6% и специфичность 97,2% для прогнозирования выживаемости [48].

В соответствии с рекомендациями МЗ РФ по Covid-19 (7 версия) [42] пульсоксиметрия у больных с COVID-19 показана с целью «выявления дыхательной недостаточности и оценки выраженности гипоксемии». При этом подозрительным на COVID-19 должен считаться случай симптоматики ОРВИ с появлением одышки, ощущения заложенности в груди и снижением SpO_2 ниже 95%. Этот же критерий характеризует среднетяжелое течение, а снижение SpO_2 ниже 93% — тяжелое течение, которое требует госпитализации в реанимационное отделение [49].

В рекомендациях по ведению родов у беременных, больных пневмонией COVID-19 предлагается выделять средне-тяжелое течение с жалобами на одышку и SpO_2 меньше 95% и тяжелое течение с $SpO_2 \leq 93\%$. Последнее является основанием для перевода в отделение реанимации и интенсивной терапии. При этом целевые значения при кислородной поддержке является SpO_2 выше 95–98% [42; 50].

В тоже время в рекомендациях ВОЗ выделяют категорию «нетяжелая пневмония» COVID-19, при которой, как считается, вспомогательная терапия кислородом не показана.

Таблица 2
Виды одышки, гипоксемия и SpO_2

Форма одышки	Механизм формирования	Отношение субъекта	SpO_2
Функциональная	Повышение энергетического обмена при мышечной работе или в условиях, ограничивающих вентиляционную функцию легких	Психоэмоциональное состояние не меняется	$\geq 95\%$
Психогенная	Нарушение субъективного восприятия одышки вследствие временного расстройства регуляции дыхания	Отрицательные эмоции (паника, тревога) не соответствуют объективным данным	≥ 95 Нет десатурации при нагрузках
Патологическая (гипоксическая и/или гиперкапническая)	Острая или хроническая функциональная недостаточность в одном или нескольких звеньях системы транспорта кислорода	Эмоциональное состояние зависит от скорости и степени нарастания дыхательной недостаточности	$\leq 95\%$ Десатурация при легких нагрузках

Таблица 3

Стадии течения пневмонии, вызванной COVID-19 (по материалам [42, 44, 45, 46])

Стадии	1 стадия: симптомы ОРВИ	2 стадия: пневмония COVID-19		3 стадия гипервоспаления
		2А	2Б	
Дни от начала заболевания	0–6	7–8	8–10	10–30
Клинические симптомы	Симптомы обычного ОРВИ, субфебрилитет, потеря обоняния без ринореи	Одышка, гипоксемия:	Гипоксемия $PaO_2 \leq 60$ мм рт. ст. $PaO_2/FiO_2 \leq 300$	Клиника ОРДС, ДВС, шок
SpO_2 без кислородной поддержки	$\geq 95\%$	$\leq 93\%$	$\leq 90\%$	
Патоморфология	Интерстициальный отек	Альвеолярный отек с накоплением в альвеолах клеточного детрита и фибрина	Формирование гиалиновых мембран внутри альвеол и в интерстиции	Изменения, характерные для ОРДС в сочетании с ДВС синдромами
КТ	Первые изменения на КТ	Распространение изменений по типу «матовое стекло»	Консолидация инфильтратов, изменения по типу «бульбозная мостовая»	Дополнительно признаки ОРДС

Следующая категория — «тяжелая пневмония» со снижением SpO_2 ниже 93% с рекомендацией использования кислородной поддержки. Далее по тяжести следует состояние — ОРДС, при котором одним из критериев (при недоступности измерения PaO_2) является $SpO_2/FiO_2 \leq 315$ [51]. Аналогичное мнение высказано редакцией журнала The Lancet [52] — пороговое значение SpO_2 для назначения кислородной терапии составляет 93%.

В большинстве руководств по реаниматологии значения SpO_2 считаются критическими ниже 92% при норме выше 95%. Промежуток 92–94%, как правило, не обсуждается. В национальных Рекомендациях по COVID-19 [42] значение SpO_2 ниже 92% в одном случае предлагается в качестве критерия для назначения неинвазивной оксигенотерапии (стр. 44), а в другом тот же критерий (<92%) предлагается в качестве показаний для интубации трахеи (стр. 45). По сути, остается не ясной ситуация, когда SpO_2 ниже нормы, но еще не упало ниже критического уровня, когда реаниматолог обычно начинает решать вопрос о методе кислородной поддержки.

Хорошо известно, что даже при легком течении COVID-19 у большинства пациентов (88% пациентов с вероятным COVID-19) при компьютерной томографии (КТ) легких видны инфильтративные изменения [42]. Это означает снижение диффузионной способности легких вследствие экссудативных процессов в пораженных альвеолах и интерстициальных пространствах. Учитывая 10-кратные резервы системы внешнего дыхания, снижение газообменной функции до определенной степени будет компенсировано сохраняющимися резервами легких. Поэтому показатель SpO_2 будет оставаться в пределах нормы (выше 94%). При этом чувство одышки уже может беспокоить больного, так как для поддержания гомеостатических параметров PaO_2 и pH, необходимо увеличение вентиляции легких с перестройкой паттерна дыхания (увеличение глубины вдоха). Это обеспечивается дополнительным усилием со стороны дыхательных мышц, соответственно, увеличением энергетических затрат.

Падение SpO_2 ниже нормы (95%) у прежде здорового человека указывает на два обстоятельства. Во-первых, состо-

яние острой дыхательной недостаточности, при которой объем поражения легких настолько значителен, что даже в состоянии покоя мобилизация функциональных резервов не может поддерживать нормальный уровень напряжения кислорода в артериальной крови. Во-вторых, наличие артериальной гипоксемии, то есть снижение PaO_2 ниже гомеостатического уровня, который в норме поддерживается на постоянном уровне, обеспечивающем насыщение крови кислородом (SpO_2) более 95%.

С точки зрения клинической физиологии, снижение любого гомеостатического параметра ниже контролируемых значений отражает функциональную недостаточность системы. Поэтому падение SpO_2 ниже нормы у больных с COVID-19 тревожным симптомом и может указывать на необходимость кислородной поддержки.

Заключение

Пульсоксиметрия является объективным методом оценки артериальной гипоксемии. Сниженные показатели SpO_2 отражают снижение PaO_2 , то есть снижение функции системы дыхания и/или кровообращения. Это нарушение может носить острый характер (до 7 суток), например, при пневмонии или сосудистых катастрофах, или хронический характер, когда пониженный уровень PaO_2 сохраняется более 7–10 суток. Учитывая возможность многократных повторных измерений и даже постоянную запись показателей SpO_2 , пульсоксиметрия является полезным инструментом в функциональной диагностике артериальной гипоксемии. Референсным значением для SpO_2 является уровень 95%. Пульсоксиметрия может использоваться не только в практике интенсивной терапии, но и в повседневной практике врачей-интернистов любой специализации для своевременной оценки состояния функции внешнего дыхания и кровообращения. Пульсоксиметрия может использоваться в функциональной диагностике для выявления скрытой гипоксемии по десатурации, то есть снижению SpO_2 на 2 и более % при легких кратковременных физических нагрузках.

Список литературы:

- Каков С.В., Мулер В.П.. Пульсоксиметрия. // Вестник новых медицинских технологий. — 2006. — Том. XIII, № 1. — С. 171.
- Wukitsch M.W., Petterson M.T., Tobler D.R., Polge J.A. Pulse oximetry: analysis of theory, technology, and practice. // *Journal of Clinical Monitoring*. — 1988, October. — Vol 4. — P. 290–301.
- Мошквич В.С. Фотоплетизмография. // М. Медицина. — 1970. — С. 208.
- Tamura T. Current Progress of Photoplethysmography and SPO 2 for Health Monitoring // *Biomed Eng Lett*. — 2019, Feb. — 18:9(1). — P. 21–36. doi.org/10.1007/s13534-019-00097-w
- Nifzan M., Romem A., Koppel R. Pulse oximetry: fundamentals and technology update // *Med Devices (Auckl)*. — 2014, Jul. — 8:7. — P. 231–240. doi: 10.2147/MDER.S47319. eCollection 2014.
- Калакуцкий А. И., Манелис Э.С. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Учебное пособие. // — Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т. — 1999. — С. 161.
- Руководство ВОЗ по пульсоксиметрии. // ВОЗ. — 2009.
- Rojas-Camayo J., Mejia C.R., Callacondo D. Reference Values for Oxygen Saturation From Sea Level to the Highest Human Habitation in the Andes in Acclimatised Persons // *Thorax*. — 2018 Aug. — 73(8). — P. 776–778. DOI: 10.1179/146532806X107421.
- Ladu Al, Abba AM, Bakar AA, Abulfathi FA, Kundili Y, et al. (2018) Assessment of Oxygen Saturation Using Pulse Oximetry in Patients with Steady State HbSS. *Ann Clin Lab Res*. Vol.6 No.2: 237. doi: 10.21767/2386-5180.100237
- Sundaram B., Suresh N., Giri D. Reference values for oxygen saturation by pulse oximetry in healthy children at sea level in Chennai // *Annals of Tropical Paediatrics International Child Health*. — 26(2). — P. 95–99. DOI: 10.1179/146532806X107421.
- Mendelson Y. Pulse oximetry: theory and applications for noninvasive monitoring. // *Clin Chem*. — 1992, Sep. — 38(9). — P. 1601–7.
- <https://courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/transport-of-oxygen-in-the-blood/> 2017. (дата обращения: 20.05.2020).
- Шейман Дж. Патофизиология почки // М. Изд. «Бином». — 1997. — С. 222.
- Caruano-Montaldo B, Glesson K, Zwillich C.W. The control of breathing in clinical practice. // *Chest*. — 2000. — Vol. 117. — № 1. — P. 205–225. DOI: 10.1378/chest.117.1.205.
- Дараган Н.В. Гипервентиляционный синдром в практике врача-пульмонолога: патогенез, клиника, диагностика // Пульмонология. — 2011. — № 5. — С. 87–96.
- Низовцев В.П. Скрытая дыхательная недостаточность и ее моделирование // М. Медицина. — 1978. — С. 275.
- Макарова М.А., Авдеев С.Н., Чучалин А.Г. Гипоксемия как потенциальный фактор развития эндотелиальной дисфункции и артериальной ригидности у больных хронической обструктивной болезнью легких // Пульмонология. — 2013. — № 3. — С. 36–40. doi.org/10.18093/0869-0189-2013-0-3-36-40.
- Swenson E.R., Bartsch P.B. High-Altitude Pulmonary Edema // *Comprehensive Physiology*. — 2012. — V.2. — P.2753–2773. doi.org/10.1152/japplphysiol.01167.2004.
- Azad, P., Stobdan, T., Zhou, D. et al. High-altitude adaptation in humans: from genomics to integrative physiology. // *J Mol Med*. — 95. — P. 1269–1282 (2017). doi.org/10.1007/s00109-017-1584-7.
- Hochachka P.W. Oxygen — A key regulatory metabolite in metabolic defense against hypoxia // P.W. Hochachka // *American Zoologist*. — 1997. — Т. 37. — №6. — P. 595–603.
- Зилбер А.П. Дыхательная недостаточность / М. — 1989. — С. 512.
- Клинические рекомендации «Хроническая обструктивная болезнь легких» МЗ РФ. // Москва. — 2018. — С. 68.
- Шишкин Г.С., Устюжанинова Н.В. Функциональные состояния внешнего дыхания здорового человека // Новосибирск. — Изд-во СО РАН. — 2012. — С. 329.
- Alwadhvi V., Dewan P., Malhotra R.K., e.a. Tachypnea and Other Danger Signs vs Pulse Oximetry for Prediction of Hypoxia in Severe Pneumonia // *Indian Pediatr*. — 2017 Sep. — 15:54(9). — P. 729–734. DOI: 10.1007/s13312-017-1163-6.
- Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике пневмоцинозов // Медицина труда и промышленной экологии. — 2016. № 1. — С. 36–48.
- Kaye K., Stalam M., Shershen W.E., Kaye D. Utility of Pulse Oximetry in Diagnosing Pneumonia in Nursing Home Residents // *Am J Med Sci*. — 2002 Nov. — 324(5). — P.:237–42. DOI: 10.1097/00000441-200211000-00001.
- Sanz F., Dean N., Dickerson J., e.a. Accuracy of PaO2 /FIO2 Calculated From SpO2 for Severity Assessment in ED Patients With Pneumonia // *Respirology*. — 2015 Jul. — 20(5). — P. 813–8. DOI: 10.1111/resp.12560.
- Alwadhvi V., Dewan P., Malhotra R.K., e.a. Tachypnea and Other Danger Signs vs Pulse Oximetry for Prediction of Hypoxia in Severe Pneumonia/ Very Severe Disease // *Indian Pediatr*. — 2017 Sep. — 15:54(9). — P.729–734. DOI: 10.1007/s13312-017-1163-6.
- Авдеев С.Н. Дыхательная недостаточность // Атмосфера А. Пульмонология и аллергия. 2004. № 1. С. 21–26.
- Grishin O.V., Basalaeva S.V., Umantseva N.D., Ustyuzhaninova N.V., Grishin V.G., Mitrofanov I.M. An Increased Carbon Dioxide Production in Transient Hypoxia in Healthy Subjects at Rest // *Human Physiology*. 2011. Vol. 37 No. 5. P. 582–587.
- Andrianopoulos V., Franssen F.M., Peeters J.P., Ubachs T.J., Bukari H., Groenen M., Burlin C., Vogiatzis I., Wouters E.F., Spruit M.A. Exercise-induced oxygen desaturation in COPD patients without resting hypoxemia. // *Respir Physiol Neurobiol*. — 2014 Jan. — 1:190. P. 40–6. DOI: 10.1016/j.resp.2013.10.002.
- Fletcher C.M. The clinical diagnosis of pulmonary emphysema an experimental study // *Proc. R. Soc. — Med.* — 1952. — 45. — P. 577–584.
- Дембо А.Г. Недостаточность функции внешнего дыхания. //А. — 1957. — С. 160.
- Perez T., Gaëtan Deslée G., Burgel P.R., e.a. Predictors in Routine Practice of 6-min Walking Distance and Oxygen Desaturation in Patients With COPD: Impact of Comorbidities // *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. — 2019 Jul. — 2:14. — P.1399–1410. doi: 10.2147/COPD.S188412.
- Sakai Y., Yamamoto S., Hoshina M., Kawachi S., Ichiyama T., Hanaoka M. Using SpO2 Recovery Index after a 6-Minute Walk Test to Predict Respiratory-Related Events in Hospitalized Patients with Interstitial Pneumonia. // *Sci Rep*. — 2019 Oct. — 23:9(1). — P. 15226. doi: 10.1038/s41598-019-51818-1.
- Garvey C., Tiep B., Carter R., Barnett M., Hart M., Casaburi R. Severe Exercise-Induced Hypoxemia // *Respir Care*. — 2012 Jul. 57(7) P. 1154–60. DOI: 10.4187/respcare.01469.
- Parshall M.B., Schwartzstein R.M., Adams L., Banzett R.B., Manning H.L., Bourbeau J., Calverley P.M., Giff A.G., Harver A., Lareau S.C., Mahler D.A., Meek P.M., O'Donnell D.E. An official American Thoracic Society statement: update on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea // *Am J Respir Crit Care Med*. — 2012 Feb. — 15:185(4). — P. 435–52. doi: 10.1164/rccm.201111-2042ST.
- Mahler D.A. Mechanisms and measurement of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease // D.A. Mahler // *Proc Am Thorac Soc*. — 2006. — May:3(3). — P. 234–8. DOI: 10.1513/pats.200509-103SF.
- Исаев Г.Г. Центральные и периферические механизмы затрудненного дыхания у человека / Г.Г. Исаев // Успехи физиологических наук. — 2005. — Т. 36. — № 3. — С. 56–64.
- Чучалин А.Г. Одышка: патофизиологические и клинические аспекты (часть 1) // Российский медицинский журнал. — 2006. — № 5. — С. 52–55. Пересмотр ВОЗ 2007 года / А.Г. Чучалин. — М. — Изд-во «Атмосфера», — 2008. — С. 108.
- Гришин О.В. Психогенная одышка. // Новосибирск. — 2012. — С. 240.
- Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (2019-nCoV). Временные методические рекомендации МЗ РФ. Версия 7. — 2020. — С. 122.
- Nikiforov V.V., Suranova T.G., Chernobrovkina T.Ya., e.a. New Coronavirus Infection (Covid-19): Clinical and Epidemiological Aspects // *Архив внутренней медицины*. — 2020. — № 2. — С.87–93. doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-2-87-93.
- Lin Ch, Yuxiao Ding Y., Xie B., Sun Zh., Li X., Chen Z., Niue M.. Asymptomatic novel coronavirus pneumonia patient outside Wuhan: The value of CT images in the course of the disease // *Clin Imaging*. — 2020 Feb. — 22:63. — P. 7–9. doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.02.008.
- Siddiqi H.K., Mehra M.R. COVID-19 illness in native and immunosuppressed states: A clinical-therapeutic staging proposal // *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 2020 May. — Vol 39, No 5. — P. 405–407. doi: 10.1016/j.healun.2020.03.012.
- Dai H., Zhang X., Xia J., e.a. High-resolution Chest CT Features and Clinical Characteristics of Patients Infected With COVID-19 in Jiangsu, China // *Int J Infect Dis*. — 2020 Apr. — 6:95. — P. 106–112. DOI:https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.04.003.
- Wang K., Kang S., Tian R., e.a. Imaging manifestations and diagnostic value of chest CT of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the Xiaogan area // *Clinical radiology*. — 2020. — V. 75. — P. 341–347. DOI:https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.03.004.
- Xie J., Covassin N., Fan Z., e.a. Association Between Hypoxemia and Mortality in Patients With COVID-19 // *Mayo Clin Proc*. — 2020 Apr. — 11:S0025-6196(20)30367-0. DOI:https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.04.006.
- Лекция профессора С.Н. Авдеева: <https://1med.tv/archive/koronavirus-2020/covid19-podkhod-k-dagnostike-i-terapii-avdeev.html> (дата обращения: 20.05.2020).
- Тактика ведения беременных, рожениц и родильниц с подозрением или подтвержденной инфекцией COVID-19 (версия 1.0 от 14.04.2020) // С-Петербург. — 2020. С. 50.
- WHO's Categorisation of Clinical Syndromes Associated with COVID-19 in Adults. https://www.amomed.com/wp-content/uploads/2017/10/VAS059_0320INT_Clinical-Symptoms-of-COVID_A3_2.pdf (дата обращения: 21.05.2020).
- The Lancet. Adoption of COVID-19 triage strategies for low-income settings (Correspondent) www.thelancet.com/respiratory Vol 8 April 2020 (дата обращения: 21.05.2020).

Для цитирования: Гришин О.В., Гришин В.Г. Клиническое значение пульсоксиметрии у взрослых. Медицинский алфавит. 2020; (25):13–21. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-13-21>

For citation: Grishin O.V., Grishin V.G. Clinical use of pulse oximetry in adults. Medical alphabet. 2020; (25):13–21. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-13-21>

Диагностические возможности исследования диффузионной способности легких

Г. В. Неклюдова, д.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории функциональных и ультразвуковых методов исследования¹, доцент кафедры пульмонологии²

А. В. Черняк, к.м.н., заведующий лабораторией функциональных и ультразвуковых методов исследования¹, врач функциональной диагностики отделения функциональной и ультразвуковой диагностики³

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России, Москва

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

³Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени Д. Д. Плетнёва Департамента здравоохранения города Москвы», Москва

Diagnostic features of the measuring the lung diffusion capacity

G. V. Nekludova^{1,2}, A. V. Chernyak^{1,3}

¹Federal State Budgetary Institution «Pulmonology Scientific Research Institute under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation», Moscow

²The State Education Institution of Higher Professional Training The First Sechenov Moscow State Medical University under Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

³City Clinical Hospital named after D.D. Pletnev of Moscow Department of Health, Moscow

Резюме

В статье рассмотрены диагностические и патофизиологические аспекты исследования диффузионной способности легких.

Ключевые слова: диффузионная способность легких, диффузионный тест, диагностические возможности.

Summary

The article discusses the diagnostic and pathophysiological aspects of the study of the lungs diffusion capacity.

Key words: diffusion capacity of the lungs, diffusion test, diagnostic capabilities.

Введение

Исследование диффузионной способности легких (ДСЛ) или диффузионный тест является информативным методом функционального исследования легких и в мировой практике занимает второе место по значимости и распространенности вслед за спирометрией. К сожалению, в нашей стране данный функциональный метод исследования применяется не так часто, не смотря на востребованность. На то имеются в большей степени технические, чем методологические причины, а именно высокая стоимость оборудования, необходимость постоянно закупать газовую смесь, но и врачи недостаточно проинформированы о ценности диффузионного теста.

Развитие технической базы и программного обеспечения позволило расширить возможности применения данного теста даже у тяжелых больных с выраженными морфофункциональными изменениями легких.

Данная статья посвящена обзору диагностических возможностей диффузионного теста.

Исследование ДСЛ позволяет судить об основной функции легких — переносе кислорода из атмосферного воздуха в кровь, то есть оценивает газотранспортную функцию легких.

История развития диффузионного теста с использованием газовой смеси, содержащей монооксид углерода (CO) и индикаторный газ, началась с 1957

года Ogilvie C. et al [1]. В настоящее время совершенствование технической базы позволило разработать и внедрить в современную клиническую практику компактные мобильные приборы, которые представляют из себя спирометры со встроенными газоанализаторами. Данные приборы могут быть использованы как в условиях специализированной лаборатории, так и как «прикроватное» диагностическое оборудование, единственное условие — подключение к прибору газового баллона с определенной газовой смесью, необходимой для проведения диффузионного теста. За прошедший период произошло переосмысление и клинических возможностей данного диагностического теста.

Диффузионный тест хорошо стандартизован, в 2017 году Американским торакальным обществом (АТО) и Европейским респираторным обществом (ЕРО) были опубликованы новые рекомендации, которые учитывают особенности технической и программной базы имеющегося оборудования [2].

Результатом диффузионного теста является определение двух основных показателей, а, именно, диффузионной способности легких (DL_{CO} , или TL_{CO}) и DL_{CO}/V_A . Последний показатель представляет собой отношение диффузионной способности легких в целом к величине альвеолярного объема (V_A) и позволяет оценивать газотранспортную способность единицы альвеолярного объема. В свою очередь, V_A — это показатель, который также определяется в ходе проведения диффузионного теста при помощи индикаторного газа. Следует отметить, что традиционно в России используется термин «диффузионная способность легких», хотя более точными являются термины «трансфер-фактор» или «фактор переноса», поскольку на перенос кислорода из альвеолярного пространства в кровь оказывают влияние многие факторы, а не только процесс диффузии.

Поскольку транспорт газов происходит в респираторной зоне легких, то, соответственно, проблемы именно этого отдела органов дыхания можно выявить с помощью диффузионного теста.

При дыхании происходит поступление кислорода через альвеолярно-капиллярную мембрану в легочные капилляры, в обратном направлении происходит транспорт углекислого газа. Транспорт газов через альвеолярно-капиллярную мембрану существенно зависит от ее свойств, а, именно, площади и толщины. Патологические процессы могут уменьшать площадь и/или увеличивать толщину альвеолярно-капиллярной мембраны и, таким образом, изменять диффузионную способность легких.

Достаточно сложно выделить патологические процессы, в которых изменена только одна характеристика транспорта газов через альвеоляр-

но-капиллярную мембрану. Но, тем не менее, можно рассмотреть патологию газообмена в легочной ткани, говоря о преобладающем механизме нарушения диффузионной способности легких.

Мы начнем с рассмотрения патологических состояний, при которых ведущую роль в снижении диффузионной способности легких играет уменьшение площади диффузионной поверхности. Наиболее наглядно данный механизм представлен при редукции легочной ткани. Однако надо сказать, что при редукции небольшого объема легочной ткани, например, при удалении одной доли легкого, нарушения газообмена наблюдаться не будет. Это обусловлено физическими характеристиками диффузионной поверхности легких, поскольку в норме общая площадь легких для диффузии достаточно велика и составляет от 50 до 100 м². При редукции большего объема легочной ткани, например, при пульмонэктомии, будет снижена общая площадь альвеолярно-капиллярной мембраны при увеличении объема легочного капиллярного кровотока в оставшихся единицах легочной ткани. Данные изменения будут проявляться в снижении DL_{CO} , в то время как DL_{CO}/V_A будет в пределах возрастной нормы, поскольку архитектура оставшейся легочной ткани не изменена.

Следует сказать, что при решении вопроса о возможности оперативного лечения, связанного с редукцией объема легких, рекомендуется выполнение диффузионного теста, поскольку в проведенных исследованиях было продемонстрировано, что показатель диффузионной способности легких является сильным предиктором послеоперационных осложнений независимо от наличия у пациентов обструктивных нарушений [3, 4].

При бронхиальной обструкции, обусловленной обтурацией бронха, например, опухолью, может коллабировать часть легочной ткани, в результате чего уменьшается объем воздуха, поступающего в легкие и, следовательно, также уменьшается площадь диффузионной поверхности легких. Функциональные нарушения будут аналогичными тем, которые наблюдаются при редукции легочной ткани.

Изменение сосудистой составляющей диффузионного барьера играет важную роль в нарушении газотранспортной функции легких. При эмболии легочной артерии происходит уменьшение площади диффузионной поверхности, однако, в данном случае это обусловлено не уменьшением альвеолярной поверхности, а уменьшением объема капиллярного русла, а, следовательно, уменьшением площади перфузионной поверхности [5]. Изменение диффузионной способности легких также будет иметь место при легочной артериальной гипертензии, причем при данных сосудистых нарушениях характерным является несоответствие изменений газотранспортной функции легких достаточно сохранным функциональным показателям, определяемым при функциональном исследовании внешнего дыхания (ФВД) с помощью спирометрии [6, 7].

Одной из внелегочной причин снижения DL_{CO} является анемия. При анемии измеренная величина DL_{CO} будет снижена за счет уменьшения площади поверхности для газообмена, поскольку уменьшена концентрация гемоглобина в крови легочных капилляров. Как известно, гемоглобин — это железосодержащий белок, переносящий газы. Отличительной чертой данного патологического состояния является то, что если провести перерасчет измеренной величины DL_{CO} на нормальную концентрацию гемоглобина (то есть, какая была бы диффузионная способность легких при нормальной концентрации гемоглобина в крови легочных капилляров), то скорректированная величина DL_{CO} будет нормальной. Поэтому данный анализ в этом случае позволяет достаточно легко определить причину клинко-функциональных нарушений.

Среди внелегочных причин снижения DL_{CO} следует выделить такие патологические состояния как снижение усилия или слабость дыхательных мышц, выраженную деформацию грудной клетки. В том случае, когда при данных патологиях отмечается уменьшение жизненной емкости легких и альвеолярного объема, следовательно, происходит и уменьшение диффузионной поверхности легких.

У данной категории больных будет отмечаться снижение DL_{CO} , в то время как DL_{CO}/V_A будет иметь нормальные значения. Аналогичные изменения будут наблюдаться при сдавлении легочной ткани извне, например, при наличии большого количества жидкости в плевральных полостях, при объемном образовании в медиастинальном пространстве и т. д.

Особенно актуально исследование диффузионной способности легких при начальных проявлениях интерстициального или диссеминированного заболевания легких, когда показатели ФВД имеют близкие к нормальным значениям величины, однако диффузионный тест уже позволяет выявить изменения газотранспортной функции легких [8] (рис.1), которые происходят из-за уменьшения газообменной поверхности легких. На начальном этапе развития болезни, как правило, отмечается снижение DL_{CO} при нормальном значении DL_{CO}/V_A .

Анализ изменений диффузионной способности легких целесообразно проводить в комплексе с другими функциональными тестами. Это позволяет уточнить функциональный диагноз. Так, при наличии обструктивной патологии исследование диффузионной способности легких является дифференциально-диагностическим тестом, поскольку снижение диффузионной способности легких будет свидетельствовать в пользу эмфиземы. В этом случае будет отмечаться одновременное снижение как DL_{CO} , так и DL_{CO}/V_A . Такие функциональные изменения объясняется тем, что происходит структурная перестройка легочной ткани и запустевание капиллярного русла, отмечается уменьшение количества как альвеол, так и капилляров, что приводит к снижению площади диффузионной поверхности. Следует сказать, что для диагностики эмфиземы диффузионный тест является более информативным по сравнению с исследованием легочной растяжимости [9] и сопоставим с компьютерной томографией [10, 11]. Данный тест рекомендуется проводить всем пациентам, у которых одышка не пропорциональна степени ограничения воздушного потока [12].

Следующим механизмом, приводящим к снижению газотранспортной функции легких, является увеличение толщины альвеолярно-капиллярной мембраны. В данном случае происходит изменение архитектоники легочной ткани, снижение ее воздушности. Так, например, при интерстициальном поражении легких (идиопатическом легочном фиброзе [13], интерстициальном заболевании легких, ассоциированном с системной склеродермией [14], асбестозе [15], саркоидозе с вовлечением в патологический процесс легочной паренхимы [16], альвеолитах или фиброзах, вызванных лекарственными препаратами (амиодорон, блеомицин, метотрексат) [17–20], гиперсенситивных пневмонитах с разрешением в фиброз [21], то есть при фиброзах различной этиологии) отмечается снижение как DL_{CO} , так и DL_{CO}/V_A .

Такие орфанные болезни легких, как лимфангиолейомиоматоз, ганглионевроз, гистиоцитоз, также будут сопровождаться снижением DL_{CO} и DL_{CO}/V_A [22–25]. Так, например, при лимфангиолейомиоматозе происходит увеличение толщины альвеолярно-капиллярной мембраны в результате разрастания гладкомышечных волокон в интерстициальной ткани легких, вокруг кровеносных и лимфатических сосудов, бронхов и бронхиол. Эти морфологические изменения приводят к увеличению диффузионного пути. В свою очередь, при лимфангиолейомиоматозе отмечается формирование перибронхиальных гранулем, распространяющихся на межальвеолярные перегородки. Это приводит к увеличению толщины альвеолярно-капиллярной мембраны. Однако механизм функциональных изменений обусловлен не только увеличением диффузионного пути, но и изменением площади диффузионной поверхности в результате кистозной трансформации легочной ткани.

Увеличение толщины альвеолярно-капиллярной мембраны имеет место и при альвеолярных протеинозах [26, 27], когда происходит заполнение альвеол фосфолипидами.

При системных заболеваниях, сопровождающихся поражением сосу-

дов малого круга кровообращения, происходит утолщение капиллярной стенки, а, следовательно, увеличение диффузионного барьера. Данные изменения могут происходить, например, при системной красной волчанке [28].

Помимо легочной патологии увеличение толщины альвеолярно-капиллярной мембраны будет происходить при сердечной недостаточности, когда в результате застоя в малом круге кровообращения происходит пропотевание жидкости в интерстициальное пространство и/или в альвеолы, что приводит к увеличению диффузионного пути. Отек легких, а, следовательно, изменение газотранспортной функции легких, может происходить и при почечной недостаточности, остром респираторном дистресс-синдроме и т. д. [29].

Итак, представленные выше примеры характеризуются как патологические состояния, сопровождающиеся увеличением толщины альвеолярно-капиллярной мембраны, при которых помимо снижения DL_{CO} будет отмечаться снижение DL_{CO}/V_A .

Подводя итоги можно сказать, что существует достаточно широкий спектр как легочных, так и внелегочных патологических состояний, который сопровождается изменениями газотранспортной функции легких, что демонстрирует актуальность проведения исследований диффузионной способности легких.

Важно отметить, что при некоторых заболеваниях, особенно на начальной стадии формирования патологического процесса, диффузионный тест может быть первым и единственным функциональным тестом, выявляющим патологические изменения [30]. Поэтому всем пациентам с жалобами на одышку, несоответствующую изменениям показателей ФВД, рекомендуется проводить измерение DL_{CO} . Кроме того, поскольку изменение диффузионной способности легких происходит параллельно и в соответствии со структурными изменениями легочной паренхимы, выявляемыми при компьютерной томографии, то данный функциональный тест может быть использован при динамическом наблюдении.

Следует обратить внимание на необходимость комплексного анализа клинических характеристик болезни, лабораторных показателей, данных методов лучевой диагностики, ФВД и особенностей изменения диффузионной способности легких. Данный подход позволит повысить точность диагностического процесса, уточнить характер морфофункциональных нарушений в зависимости от индивидуальных особенностей формирования патологического процесса.

В заключение, следует сказать, что диффузионный тест является ценным функциональным диагностическим инструментом, поскольку обладает высокой чувствительностью и информативностью при выявлении патологии органов дыхания. Диффузионный тест применяется для диагностики паренхиматозных изменений легочной ткани, патологии сосудов малого круга кровообращения, а также для выбора клинической тактики, контроля эффективности проводимой терапии.

Конфликт интересов отсутствует.
Статья была написана без участия спонсоров.

There is no conflict of interest.

The article was written without any sponsorship.

Список литературы

- Ogilvie C., Forster R., Blakemore W., et al. A standardized breath-holding technique for the clinical measurement of the diffusing capacity of the lung for carbon monoxide. // J Clin Invest — 1957. — № 36. — P. 1–17.
- Graham B.L., Brusasco V., Burgos F., et al. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. // Eur Respir J. — 2017. — № 49. — 1600016 [https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016].
- Brunelli A., Refai MA., Salati M., et al. Carbon monoxide lung diffusion capacity improves risk stratification in patients without airflow limitation: evidence for systematic measurement before lung resection. Eur J Cardiothorac Surg 2006; 29: 567–570. doi: 10.1016/j.ejcts.2006.01.014.
- Ferguson MK., Vigneswaran WT. Diffusing capacity predicts morbidity after lung resection in patients without obstructive lung disease. Ann Thorac Surg 2008; 85: 1158–1164. doi: 10.1016/j.athoracsurg.2007.12.071.
- Steenhuis LH., Groen HJM., Koëter GH., van der Mark ThW. Diffusion capacity and haemodynamics in primary and chronic thromboembolic pulmonary hypertension. Eur Respir J 2000; 16: 276–281. doi: 10.1034/j.1399-3003.2000.16b15.x.

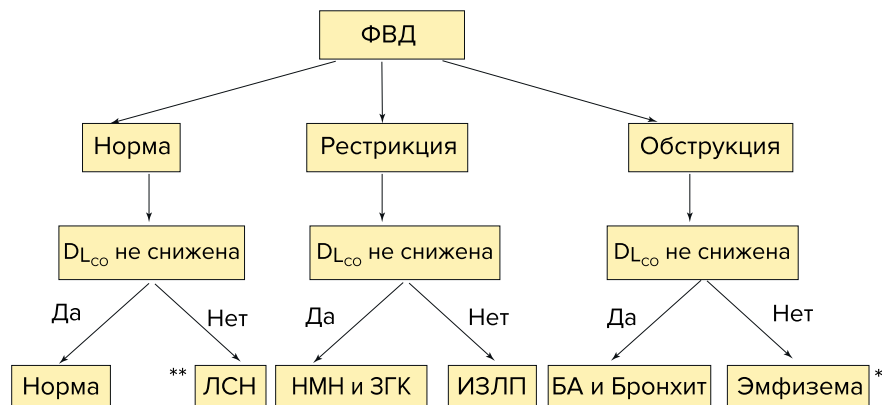


Рисунок 1. Упрощенный модифицированный алгоритм функциональных нарушений [31].

Примечание: ЛСН — лёгочные сосудистые нарушения, НМН — нейромышечные нарушения, ЗГК — заболевания грудной клетки, ИЗЛП — интерстициальные заболевания лёгких и пневмониты, БА — бронхиальная астма, * — в т.ч. лимфангиолейомиоматоз, гистиоцитоз, ** — в т.ч. ранние проявления ИЗЛП.

- Авдеев С.Н., Царева Н.А., Неклюдова Г.В., Чучалин А.Г. Первый клинический опыт применения антагониста рецепторов эндотелина бозентана у пациентов с легочной артериальной гипертензией: результаты годичного исследования. Терапевтический архив 2013;3:38–43.
- Farha S., Laskowski D., George D. et al. Loss of alveolar membrane diffusing capacity and pulmonary capillary blood volume in pulmonary arterial hypertension. Respiratory Research 2013, 14:6. http://respiratory-research.com/content/14/1/6.
- Айсанов З.Р., Черняк А.В. Функциональная диагностика в пульмонологии: Монография. Под ред. Чучалина А.Г. — М.: Издательство «Атмосфера». 2016. — 184 с.
- Morrison NJ., Abboud RT., Ramadan F. et al. Comparison of single breath carbon monoxide diffusing capacity and pressure-volume curves in detecting emphysema. Am Rev Respir Dis. 1989 May;139(5):1179–87. doi: 10.1164/ajrccm/139.5.1179.
- Gould GA, Redpath AT, Ryan M, et al: Lung CT density correlates with measurements of airflow limitation and the diffusing capacity. Eur Respir J. 1991;4:141–146.
- Baldi S, et al: Relationship between extent of pulmonary emphysema by high-resolution computed tomography and lung elastic recoil in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 2001;164(4):585–589. doi:10.1164/ajrccm.164.4.2010066.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. (2020 report). www.goldcopd.org.
- Черняк А.В., Авдеев С.Н., Белевский А.С. и соавт. Функция внешнего дыхания у больных с идиопатическим легочным фиброзом: данные Национального регистра по Москве и Московской области. Пульмонология. 2020.1 в печати.
- Черняк А.В. Функция внешнего дыхания у больных системной склеродермией. Практическая пульмонология. 2019. 3: стр.61–65.
- Miller A., Warshaw R., Nezamis J. Diffusing capacity and forced vital capacity in 5,003 asbestos-exposed workers: relationships to interstitial fibrosis (ILO profusion score) and pleural thickening. Am J Ind Med. 2013 Dec;56(12):1383–93. doi: 10.1002/ajim.22239.
- Richard RW, James WE. Pulmonary function testing and sarcoidosis: A review. Lung Breath J. 2018 Volume 2(1): 1–5. doi: 10.15761/LBJ.1000121.
- Wolkove N., Baltzan M. Amiodarone pulmonary toxicity. Can respir J 2009;16(2):43–48.
- Papiris SA., Kolilekas L., Triantafyllidou C., Markoulaki D. Amiodarone Review of Pulmonary Effects and Toxicity. Literature Review. Drug Saf. 2010 Jul 1;33(7):539–558. doi: 10.2165/11532320-000000000-00000.
- Luursem PB, Star-Kroesen MA, van der Mark TW, et al. Bleomycin-induced changes in the carbon monoxide transfer factor of the lungs and its components. Am Rev Respir Dis 1983; 128:880.
- D'Andrea N., Triolo L., Margagnoni G. et al. Methotrexate-induced pneumonitis in Crohn's disease. Case report and review of the literature. Multidisciplinary Respiratory Medicine 2010; 5(5): 312–319. doi: 10.1186/2049–6958–5–312.
- Lacasse Y., Cormier Y. Hypersensitivity pneumonitis. Review. Orphanet Journal of Rare Diseases 2006, 1:25 doi:10.1186/1750-1172–1–25.
- Johnson SR., Cordier J.F., Lazor R. et al. European Respiratory Society guidelines for the diagnosis and management of lymphangioleiomyomatosis. Eur Respir J 2010; 35: 14–26. doi: 10.1183/09031936.00076209.
- Crausman RS, Jennings CA, Tudor RM. et al. Pulmonary histiocytosis X: pulmonary function and exercise pathophysiology. Am J Respir Crit Care Med 1996; 153: 426–435.
- Moore AD, Godwin JD, Muller NL. et al. Pulmonary histiocytosis X: comparison of radiographic and CT findings. Radiology 1989; 172: 249–254.
- Tazi A. Adult pulmonary Langerhans' cell histiocytosis. Eur Respir J 2006; 27: 1272–1285. doi: 10.1183/09031936.06.00024004.
- Bai JW., Xu JF., Yang WL. et al. A New Scale to Assess the Severity and Prognosis of Pulmonary Alveolar Proteinosis. Canadian Respiratory Journal Volume 2016, Article ID 3412836, 8 pages. http://dx.doi.org/10.1155/2016/3412836.
- Borie R., C. Danel C., Debray M-P. et al. Review. Pulmonary alveolar proteinosis. Crestani. Eur Respir Rev 2011; 20: 120, 98–107. doi: 10.1183/09059180.00001311.
- Nakano M., Hasegawa H., Takad T. et al. Pulmonary diffusion capacity in patients with systemic lupus erythematosus. Respirology. 7 (1):45–49. doi: 10.1046/j.1440–1843.2002.00361.x.
- Pistolesi M., Lavorini F., Fontana GA. Et al. (2001) Pulmonary Edema. In: Sperber M. (eds) Radiologic Diagnosis of Chest Disease. Springer, London. doi https://doi.org/10.1007/978–1–4471–0693–7_24.
- Epler GR., McCloud TC., Gaensler EA. et al. Normal chest roentgenograms in chronic diffuse infiltrative lung disease. N.Engl.J.Med. 1978. 298: 934–939.
- Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J 2005; 26: 948–968. doi: 10.1183/09031936.05.00035205.

Для цитирования: Неклюдова Г.В., Черняк А.В. Диагностические возможности исследования диффузионной способности легких. Медицинский алфавит. 2020; (25):22–25. https://doi.org/10.33667/2078–5631–2020–25–22–25

For citation: Nekludova G.V., Chernyak A.V. Diagnostic features of the measuring the lung diffusion capacity. Medical alphabet. 2020; (25):22–25. https://doi.org/10.33667/2078–5631–2020–25–22–25

Особенности выполнения нейрофизиологических исследований в условиях пандемии COVID-19

В. Б. Войтенков, к.м.н., заведующий отделением функциональной диагностики¹, доцент кафедры неврологии Академии постдипломного образования²

М. В. Синкин, к.м.н., старший научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии³

М. В. Александров, д.м.н., профессор, заведующий отделением функциональной диагностики Российского научно-исследовательского нейрохирургического института имени профессора А. Л. Поленова⁴

Е. В. Екушева, д.м.н., зав. кафедрой нервных болезней Академии постдипломного образования²

А. В. Клишкин, к.м.н., и.о. руководителя отдела функциональных и лучевых методов диагностики¹

М. А. Бедова, младший научный сотрудник отдела функциональных и лучевых методов исследования¹

Е. Г. Селиверстова, сотрудник отделения неотложной нейрохирургии³

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

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

³ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н. В. Склифосовского ДЗМ», Москва

⁴Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург

The features of clinical neurophysiology examination throughout the COVID-19 pandemic

V. B. Voitenkov^{1,2}, M. V. Sinkin³, M. V. Aleksandrov⁴, E. V. Ekusheva², A. V. Klimkin¹, M. A. Bedova¹, E. G. Seliverstova³

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

²Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

³Skifosovsky Research Institute of Emergency Care, Moscow, Russia

⁴Federal State Budgetary Institution 'Almazov National Medical Research Centre' of the Ministry of Health of the Russian Federation

Резюме

Стационарные лечебные учреждения в стране на время противоэпидемических мер, предпринятых Правительством в связи с новой инфекцией с COVID-19, разделились на два типа: специализированные инфекционные, оказывающие помощь только пациентам с COVID-19 и продолжающие осуществлять неотложную медицинскую помощь. В инфекционных стационарах введен режим карантина строгой противобиологической защиты медицинского персонала (работа в средствах индивидуальной защиты органов дыхания, кожи и глаз, полная санитарная обработка при выходе из зоны карантина, усиленное медицинское наблюдение за состоянием здоровья и работоспособностью). В стационарах, продолжавших работу по профилю и формально не принимавших участия в лечении пациентов с COVID-19, усилен противоэпидемический режим до уровня обсервации: обязательное ношение масок и одноразовой одежды персоналом, усиленное медицинское наблюдение. Различия в уровне противоэпидемических мероприятий и организации медицинской помощи в стационарах определяют особенности функционирования службы функциональной диагностики. Проведение нейрофизиологических исследований в условиях пандемии COVID-19 имеет ряд особенностей. Так, при проведении электроэнцефалографии (ЭЭГ) основное внимание уделяется оправданности проведения исследования. От проведения функциональной пробы с гипервентиляцией, а также длительного ЭЭГ-мониторинга у пациентов с COVID-19 рекомендуется воздерживаться. ЭЭГ проводится с учётом всех предосторожностей с последующей обработкой как самого прибора, так и шлемов/шапок и проводов; для анализа специалисту необходимо указать, находился ли пациент в позиции лёжа на спине или на животе. Рекомендуется ограничивать время проведения исследования. Оправданным является проведение электроэнцефалографического (ЭНМГ) исследования при подозрении на острый миелит, вирус-ассоциированный синдром Гийена-Барре и полиневропатию критических состояний. Применение игольчатой ЭМГ может быть оправдано лишь подозрением на развитие вирус-ассоциированного миелита; в других случаях достаточно проведения стимуляционной миографии.

Ключевые слова: COVID-19, функциональная диагностика, нейрофизиология, электроэнцефалография, электроэнцефалография.

Summary

Tertiary care centers in Russia were subdivided on two categories during recent COVID-19 outbreak and counter infection measures, undertaken by the government. In the first category were the centers, providing medical care solely to the COVID-19 cases; in second hospitals worked with all other cases, excluding COVID-19 ones. COVID-19-oriented centers are taking strict protective measures against the infection, with medical and other staff working in the individual biohazard protection suits, full disinfection at the border between the clean and unclean zones, thorough medical supervision over the health of all the employees. In the second category centers observation regime was implemented, with the obligatory medical masks and disposable lab coats, wearing, as well as thorough medical supervision over the health of all the employees. These different regimes determine some features of clinical neurophysiology in these centers. In the case of electroencephalography (EEG) main point is the real need of the procedure in the certain clinical situation. In COVID-19 cases all functional tests should be excluded from the protocol; procedure have to be performed in shortest time possible. EEG is performed according to good clinical practice and consensus protocols with thorough and strict disinfection of the device and all cables, caps etc. If the patient was in the prone position during the procedure, this should be noted for the neurophysiologist. Conduction studies may be performed in the possible coronavirus-associated Guillain-Barré syndrome or critical illness polyneuropathies. Needle myography may be needed only in the rare cases of coronavirus-associated acute myelitis, in all other cases conduction studies are more than enough.

Keywords: COVID-19, functional diagnostic, neurophysiology, EEG, EMG, conduction studies.

В настоящий момент новая инфекция, вызываемая коронавирусом SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome), распространилась на все страны мира и вызвала массовую заболеваемость и смертность. Заболевание может течь различными путями. Часто развивается острый респираторный дистресс-синдром и другие признаки поражения дыхательной системы, сообщается также о жалобах на снижение и отсутствие обоняния (гипосмию и аносмию), а также вкуса (дисгеузию и агеузию) [9, 10, 4]. В диагностике новой инфекции ключевую роль играет лабораторная и лучевая диагностика [2]. Тем не менее, функциональная диагностика (ФД) также играет важную роль в ведении пациентов с COVID-19. ФД обеспечивает выявление кардиологической дисфункции (по Рекомендациям версия 7 пациентам с COVID-19 необходимо проведение ЭКГ каждые 5 суток) [3], дыхательных нарушений, по показаниям выполняются неврологические исследования.

Стационарные лечебные учреждения в стране на время противоэпидемических мер, предпринятых Правительством, разделились на два типа: специализированные инфекционные, оказывающие помощь только пациентам с COVID-19 и стационары, продолжающие осуществлять неотложную медицинскую помощь населению. В инфекционных стационарах введен режим карантина строгой противобиологической защиты медицинского персонала (работа в средствах индивидуальной защиты органов дыхания, кожи и глаз, полная санитарная обработка при выходе из зоны карантина, усиленное медицинское наблюдение за состоянием здоровья и работоспособностью). В стационарах, продолжавших работу по профилю и формально не принимавших участия в лечении пациентов с COVID-19, усилен противоэпидемический режим до уровня обсервации: обязательное ношение ватно-марлевых масок и одноразовой одежды персоналом, усиленное медицинское наблюдение.

Различия в уровне противоэпидемических мероприятий и организации медицинской помощи в стационарах определяют особенности функционирования службы ФД.

В стационарах, перепрофилированных под инфекционные для лечения пациентов с COVID-19, работа службы ФД организовывается в условиях строгого противоэпидемического режима уровня карантина. Назначение всех клиничко-инструментальных исследований должно быть подробно обосновано в истории болезни с указанием конкретных задач, которые должны быть решены в результате выполнения исследования. Объем выполняемых исследований ограничен наличием только той аппаратуры, которая постоянно находится в зоне карантина. Перемещение аппаратуры из зоны карантина в зону обсервации бессмысленно, поскольку срок для естественной дезинфекции оборудования не позволит его использовать по назначению.

Основным клиничко-инструментальным исследованием у больных с коронавирусом поражением являются электрокардиография (ЭКГ) и пульсоксиметрия. Стандартная ЭКГ выполняется всем пациентам при поступлении в инфекционный стационар и далее каждые 3–5 дней, а также при существенном изменении клинической картины. Тотальная потребность в ЭКГ определяется двумя факторами. Во-первых, используемые для патогенетического лечения препараты, в первую очередь, гидроксихлорохин, вызывают изменения проводимости и реполяризации. В этой связи одним из реперных показателей является оценка скорректированной длительности интервала QT. Во-вторых, до 50–60% поступающих в стационары составляют лица в возрасте 40–60 лет. В той когорте, как правило, уже высок уровень лиц с фоновыми заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Для выполнения ЭКГ используются аппаратно-программные комплексы, способные обеспечить интерфейсную передачу данных. Неинвазивное измерение сатурации крови кислородом выполняется методом пульсоксиметрии. Измерения проводятся не реже, чем каждые 4 часа. На практике методика выполняется гораздо чаще при выраженном снижении сатурации. Следует признать, что определение сатурации является одним из ключевых параметров для оценки тяжести состояния больного наряду с термометрией.

Таким образом, можно считать, что фактически выполняются клиничко-инструментальные исследования по неотложным показаниям. Этот тезис можно экстраполировать и на выполнение кардиографических исследований. Несмотря на выполнение ЭКГ абсолютно всем пациентам и при поступлении, и в процессе лечения, исследование направлено на раннее обнаружение угрожающих жизни нарушений возбудимости и проводимости миокарда.

При проведении электроэнцефалографии (ЭЭГ) основное внимание уделяется оправданности проведения исследования (необходимость выявления смерти мозга в тяжелых случаях, либо судорожного синдрома). Прибор ЭЭГ, как правило, компактен и мобилен, хорошо переносит обработку дезинфицирующими веществами, но по возможности (наличия резерва аппаратуры) оставался в «красной» зоне на всё время работы стационара по помощи пациентам с COVID-19 [6]. ЭЭГ проводится с учётом всех предосторожностей с последующей обработкой как самого прибора, так и шлемов/шапок и проводов; для анализа специалисту необходимо указать, находился ли пациент в позиции лёжа на спине или на животе (в положении лежа на животе несколько увеличивается внутричерепное давление, что может повлиять на интерпретацию полученных результатов); целесообразно проводить исследование согласно общепринятой практике, с использованием системы 10/20. От проведения функциональной пробы с гипервентиляцией, а также длительного ЭЭГ-мониторинга у пациентов с COVID-19 рекомендуется воздерживаться. Никаких специфических для новой вирусной инфекции паттернов ЭЭГ не обнаружено, исследование надлежит проводить только по вышеуказанным показаниям [5]. Наиболее типичной находкой при ЭЭГ является диффузное замедление электроэнцефалограммы [8]. Всемирное внимание уделялось укорочению времени исследований (по рекомендации итальянских специалистов, не рекомендуется проводить исследование более 25 минут).

В качестве примера применения ЭЭГ в условиях инфекционного стационара приводим клинический случай. Пациент С., 70 лет госпитализирован

в НИИ СП им Н. В. Склифосовского
с диагнозом: Коронавирусная инфек-
ция, вызванная вирусом COVID-19.
Дыхательная недостаточность II ст.

Анамнез: заболел остро в начале мая 2020 г, когда отметил слабость, гипертермию до 38,5°C, одышку. В виду отсутствия динамики от проводимой антибактериальной терапии на амбулаторном этапе в течение недели, госпитализирован в НИИ СП им. Н. В. Склифосовского.

Объективно: Общее состояние тяжелое, обусловлено декомпенсированной дыхательной недостаточностью на фоне двухсторонней пневмонии, прогрессированием вторичных гнойно-септических осложнений, полиорганной недостаточностью, сопутствующей соматической патологией. Уровень сознания — глубокое оглушение, ШКТ: 13 баллов. Очаговой и менингеальной симптоматики нет. Наблюдается моторное возбуждение, а также постоянные ритмичные движения нижней челюстью, периодически — в левой нижней конечности. Для исключения иктального генеза движений и бессудорожного эпилептического статуса рекомендовано проведение ЭЭГ.

Для регистрации ЭЭГ, вызванных потенциалов и электроэнцефалографии в условиях инфекционного отделения НИИ СП им. Н.В. Склифосовского используется прибор Нейрон Спектр 4-ВПН (Нейрософт, Иваново), который постоянно находится в «красной» зоне. У пациентов с угнетением уровня бодрствования используются одноразовые субдермальные игольчатые электроды.

поскольку они не требуют обработки и после использования утилизируются. В остальных случаях применяют чашечковые электроды с последующей обработкой дезинфицирующими средствами непосредственно в «красной» зоне сразу после окончания исследования. Поскольку вынос энцефалографа из «красной» зоны затруднителен, все исследования выполняются медицинской сестрой совместно с врачом функциональной диагностики, облаченными в средства индивидуальной защиты (СИЗ) по соответствующему эпидемиологическому стандарту, а заключение сразу вносят в электронную историю болезни.

У пациента С. На ЭЭГ выявлено: Фоновая биоэлектрическая активность головного мозга дезорганизована, замедлена. Симметрия частоты колебаний сохранена, в фоновой активности доминирует ритм тета-дельта диапазона. Сохранена реактивность ЭЭГ (в виде кратковременного снижения амплитуды фона) в ответ на называние по имени, болевые раздражители. Эпилептиформная активность и РПП не зарегистрированы (рис.1).

Во время регистрации ЭЭГ были зарегистрированы клинические события: ритмичные стереотипные движения нижней челюстью и левой нижней конечности, во время которых на ЭЭГ эпилептиформных изменений отмечено не было. В это время сознание больного сохранялось на прежнем уровне.

Заключение: Умеренные неспецифические изменения биоэлектрической активности головного мозга.

Клинико-электрографические критерии бессудорожного эпилептического статуса отсутствуют.

Аппаратура для проведения нейрофизиологических исследований (миографы, системы регистрации вызванных потенциалов) мало отличается в современных условиях от энцефалографов, поэтому всё, сказанное про них, применимо и к ней. Особенностью данной аппаратуры является ещё более узкий спектр исследований, необходимых в острой фазе заболевания COVID-19. Так, оправданным является проведение исследования при подозрении на вирус-ассоциированный синдром Гийена-Барре и полиневропатию критических состояний [11]. По этим показаниям исследование проводится по стандартным протоколам и согласно надлежащей клинической практике; применение игольчатой ЭМГ может быть оправдано лишь подозрением на развитие вирус-ассоциированного миелита; в других случаях достаточно проведения стимуляционной миографии. Синдром Гийена-Барре (СГБ) при COVID19 на ЭНМГ проявляется чаще в виде демиелинизирующей и реже в виде аксональной моторно-сенсорной полиневропатии [11, 7]. При демиелинизирующей полиневропатии наблюдается снижение скорости проведения импульсов (СПИ) по моторным и сенсорным волокнам до 30–40 м/с, снижение амплитуд М-ответов и S-ответов вплоть до отсутствия их регистрации. При аксональном варианте СГБ значительно снижаются амплитуды М-ответов и S-ответов, при сохранности нормальной СПИ.

ЭНМГ-критерии позволяют неинвазивным путем определить вариант СГБ (таблица 1).

Острый миелит также описывают при COVID-19 [12]. На ЭНМГ в остром периоде в первые 5–10 суток отмечается значительное снижение амплитуд М-ответов с проксимальных и дистальных мышц конечностей в соответствии с пораженными сегментами спинного мозга, при сохранности S-ответов. На 15 сутки при игольчатой ЭМГ регистрируется денервационная активность в виде регистрации потенциалов острых волн, фасцикуляций, а также

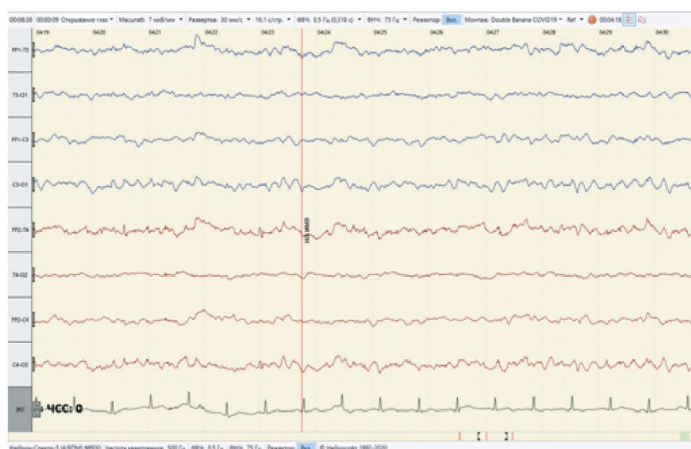


Рисунок 1. В фоновой активности доминирует ритм тета-диапазона. Оценка реактивности ЭЭГ во время называния пациента по имени.

Таблица 1

Электронейромиографические критерии вариантов синдрома Гийена-Барре

Варианты СГБ	Амплитуда ДМ-ответа (мВ)	Блок проведения	Временная дисперсия	СПИ моторная (м/с)	Латентность ДМ-ответа (мс)	Латентность F-волны (мс)
Демиелинизирующий вариант СГБ	Нормальная или снижена	>30% 2-х и более нервах	>30% увеличение длительности негативного пика пМ-ответа	<70% НГН	>150% ВГН	>120% ВГН
Аксональный вариант СГБ	Отсутствует или снижена	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

Примечание: ДМ-ответ — дистальный моторный ответ, пМ-ответ — проксимальный моторный ответ, СПИ — скорость проведения импульса, НГН — нижняя граница нормы, ВГН — верхняя граница нормы

увеличение длительности и амплитуды потенциалов двигательных единиц.

В остром периоде заболевания проведение вызванных потенциалов (ВП) целесообразно в случае подозрения на стволовые нарушения (в этом случае можно рекомендовать проведение акустических стволовых вызванных потенциалов); прочие методы исследования проводящих систем нецелесообразны. В реабилитационном периоде применение ВП и транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) оправдано, существует международный консенсус-протокол о проведении ТМС при COVID-19 и её последствиях [1]. Ключевым требованием при проведении как диагностической, так и лечебной ТМС является обеспечение общей и инфекционной безопасности пациента и персонала. Во всех остальных аспектах проведение ТМС при COVID-19 в периоде ранней и поздней реконвалесценции не имеет значимых особенностей и отличий от рутинной стимуляции [1]. При наличии неврологических осложнений после перенесённой инфекции применение ТМС целесообразно для оценки двигательных нарушений, а также функционального состояния ЦНС, показано проведение исследования в режиме нейромониторинга.

Заключение

Проведение нейрофизиологических исследований в условиях пандемии COVID-19 имеет ряд особенностей.

Так, при проведении электроэнцефалографии основное внимание уделяется оправданности проведения исследования. От проведения функциональной пробы с гипервентиляцией, а также длительного ЭЭГ-мониторинга у пациентов с COVID-19 рекомендуется воздерживаться. ЭЭГ проводится с учётом всех предосторожностей с последующей обработкой как самого прибора, так и шлемов/шапок и проводов; для анализа специалисту необходимо указать, находился ли пациент в позиции лёжа на спине или на животе. Рекомендуется ограничивать время проведения исследования. Оправданным является проведение электронейромиографического исследования при подозрении на острый миелит, вирус-ассоциированный синдром Гийена-Барре и полиневропатию критических состояний. Применение игольчатой ЭМГ может быть оправдано лишь подозрением на развитие вирус-ассоциированного миелита; в других случаях достаточно проведения стимуляционной миографии.

Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов. Исследование не имело финансовой поддержки.

Authors of this paper declare no conflict of interests. There is nothing to disclose here.

Список литературы:

1. Bikson M., Hanlon C.A., Woods A.J., Gillick B.T. Guidelines for TMS/tES Clinical Services and Research Through the COVID-19 Pandemic//

Brain Stimul. — 2020. — Vol. 13, №4. — P. 1124–1149. doi: 10.1016/j.brs.2020.05.010.

2. Войтенков В.Б., Марченко Н.В., Скрипченко Н.В., Капитон М.Г., Бедова М.А. Значение инструментальных методов в диагностике пневмонии при коронавирусной инфекции // Педиатрия. Consilium Medicum. — 2020. — №1. — С. 20–25.
3. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 6 (08.04.2020).
4. Ekusheva E.V., Voitenkov V.B. Anosmia and ageusia as the early signs in patients with laboratory confirmed COVID-19 infection // European Journal of Neurology. — 2020. — Vol. 27, №1. — P. 1305.
5. Gelisse P., Rossetti A.O., Genton P., Crespel A., Kaplan P.W. How to carry out and interpret EEG recordings in COVID-19 patients in ICU? // Clin Neurophysiol. — 2020. doi: 10.1016/j.clinph.2020.05.006.
6. Pilotto A., Odolini S., Stefano Masciocchi S., Comelli A. Steroid-responsive encephalitis in Covid-19 disease // Ann Neurol. — 2020. doi: 10.1002/ana.25783.
7. Sedaghat Z., Karimi N. Guillain Barre syndrome associated with COVID-19 infection: A case report // J Clin Neurosci. — 2020. doi: 10.1016/j.jocn.2020.04.062.
8. Sethi N.K. EEG during the COVID-19 pandemic: What remains the same and what is different // Clin Neurophysiol. — 2020. Vol. 131, №7. P. 1462. doi: 10.1016/j.clinph.2020.04.007.
9. Wan S., Xiang Y., Fang W. et al. Clinical features and treatment of COVID-19 patients in Northeast Chongqing // J Med Virol. — 2020. https://doi.org/10.1002/jmv.25783.
10. Young B.E., Ong S.W.X., Kalimuddin S. et al. Epidemiologic features and clinical course of patients infected with SARS-CoV-2 in Singapore // JAMA. — 2020. doi: 10.1001/jama.2020.3204.
11. Zhao H., Shen D., Zhou H., Liu J., Chen S. Guillain-Barré syndrome associated with SARS-CoV-2 infection: causality or coincidence? // Lancet Neurol. — 2020. doi: 10.1016/S1474-4422(20)30109-5.
12. Zhao K., Huang J., Dai D., Feng Y., Liu L., Nie S. Acute myelitis after SARS-CoV-2 infection: a case report // medRxiv. — 2020. doi: 10.1101/2020.03.16.20035105.

Для цитирования: Войтенков В.Б., Синкин М.В., Александров М.В., Екушева Е.В., Клишкин А.В., Бедова М.А., Селиверстова Е.Г. Особенности выполнения нейрофизиологических исследований в условиях пандемии COVID-19. Медицинский алфавит. 2020; (25):26–29. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-26-29

For citation: Voitenkov V. B., Sinkin M. V., Aleksandrov M. V., Ekusheva E. V., Klimkin A. V., Bedova M. A., Seliverstova E. G. The features of clinical neurophysiology examination throughout the COVID-19 pandemic. Medical alphabet. 2020; (25):26–29. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-26-29

Инфекционная безопасность среднего медицинского персонала отделений (кабинетов) функциональной диагностики в условиях пандемии COVID-19

Е. В. Панина, заведующий отделом развития лабораторного дела в лучевой диагностике¹, председатель секции среднего медицинского персонала³, член ESR⁴

М. В. Пугачев, эксперт отдела развития лабораторного дела в лучевой диагностике¹, медбрат кабинета функциональной диагностики поликлинического отделения²

А. Г. Щесюль, к.б.н., заместитель заведующего отделом развития лабораторного дела в лучевой диагностике¹

¹Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы

²Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница № 1 имени Н. И. Пирогова» Департамента здравоохранения города Москвы

³МРО РООО

⁴Европейское общество радиологии

Infectious safety of nursing staff in departments (offices) functional diagnostics in the context of the COVID-19 pandemic

E. V. Panina^{1,3,4}, M. V. Pugachev^{1,2}, A. G. Shchesiul¹

¹Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Health Care Department

²Moscow State Healthcare Institution 'City Clinical Hospital №1 named after N.I. Pirogov, Moscow City Health Department'

³Section of Nursing Staff Moscow Regional Branch of the Russian Society of Radiologists

⁴European Society of Radiology

Резюме

В статье показано, что в повседневной деятельности среднего медицинского персонала отделений (кабинетов) функциональной диагностики (ФД) необходимо четко соблюдать требования и правила по профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, особенно в период пандемии COVID-19. Представлены типы средств индивидуальной защиты (СИЗ) медицинского персонала (МП), а также актуальные на сегодняшний день эффективные способы дезинфекции, правила сбора медицинских отходов в условиях сложной эпидемиологической обстановки.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты, отделения функциональной диагностики, кабинеты, дезинфекция, медицинские отходы, безопасность, средний медицинский персонал.

Summary

The article shows that in the daily activities of nursing staff of functional diagnostics departments (offices), it is necessary to strictly observe the requirements and rules for the prevention of infections associated with medical care, especially during the COVID-19 pandemic. The types of personal protective equipment (PPE) of medical personnel (MP), as well as current effective methods of disinfection, rules for collecting medical waste in a complex epidemiological situation are presented.

Key words: personal protective equipment, functional diagnostics departments (offices), disinfection, medical waste, safety, nursing staff.

Введение

В повседневной деятельности среднего медицинского персонала отделений (кабинетов) функциональной диагностики необходимо четко соблюдать требования и правила по профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, особенно в период пандемии COVID-19.

Официальные данные по статистике распространения COVID-19 среди медицинского персонала, в том числе сотрудников отделений (кабинетов) функциональной диагностики в настоящее время формируются. По сводным данным сайта стопкоронавирус.рф [1] общая смертность

в мире (на начало июня 2020 года) составляет 5,7 % при 7,08 млн. случаев заражения, а в Российской Федерации смертность составляет 1,2% (при 476 тыс. случаев заражения).

Представленные данные указывают на то, что для медицинских работников, оказывающих медицинскую помощь населению требуются дополнительные меры предосторожности для собственной защиты и предотвращения внутрибольничной передачи инфекции при выполнении различных функциональных исследований.

Целью данного обзора является: представление правил профилактики инфекций, связанных с оказанием меди-

цинской помощи в период пандемии COVID-19 для среднего медицинского персонала отделений ФД, а также описание средств индивидуальной защиты (СИЗ), эффективных способов проведения дезинфекции и сбора медицинских отходов.

Содержание

Меры предосторожности, которые должны быть реализованы средним медицинским персоналом (медицинские сёстры отделений и/или кабинетов) ФД включают: надлежащее использование СИЗ, вопросы дезинфекции, стерилизации и обращения с медицинскими отходами.

Применение СИЗ

Правильное применение СИЗ является одной из эффективных мер в общем наборе средств, который включает в себя административный и экологический/технический контроль. Подразумевается правильный выбор СИЗ, которые будут использоваться в повседневной практике, а также обучение правильному использованию и утилизации СИЗ.

В зависимости от характера выполняемой работы пользуются различными типами защитных костюмов. Всего выделяют IV типа защитных костюмов. Профессиональная группа категории риска инфицирования вирусом SARS-CoV-2, в настоящее время отнесена ко II группе патогенности: противочумный костюм I типа (аналог), включающий комбинезон с капюшоном или противочумный халат (по типу хирургического) с шлемом (обеспечивает защиту головы и шеи); полнолицевую маску с противоаэрозольным (или комбинированным) фильтром со степенью защиты по аэрозолю РЗ (либо полумаску с противоаэрозольным (или комбинированным) фильтром со степенью защиты по аэрозолю РЗ или респиратор класса FFP3 в сочетании с защитными очками. Также допускается использование респиратора класса защиты FFP2 в сочетании с лицевым щитком); 2 пары медицинских перчаток (верхняя с удлиненной манжетой), высокие бахилы, при необходимости — фартук, нарукавники [2].

Общий вид СИЗ медицинских работников (материалы Комплекса социального развития Москвы и ДЗМ) представлен на рисунке 1.

В Приложениях к данному обзору представлены материалы Минздрава России [3] о том, как должен быть защищён медицинский работник в зависимости от степени возможного инфицирования COVID-19 (Приложение 1) и выполнение алгоритма надевания и снятия СИЗ (Приложение 2).

Сотрудники стационаров (отделений), имеющие непосредственный контакт с пациентами с COVID-19, подтвержденными лабораторно должны использовать защитный костюм I типа, что соответствует 3-му уровню защиты (инфографика, Приложение 1).

Все медицинские работники, включая сотрудников обсерваторов и лиц, осуществляющих медицинское наблюдение за клинически здоровыми лицами на дому должны использовать защитный костюм III типа, что соответству-

КАК ЗАЩИЩЕН МЕДРАБОТНИК В КРАСНОЙ ЗОНЕ?

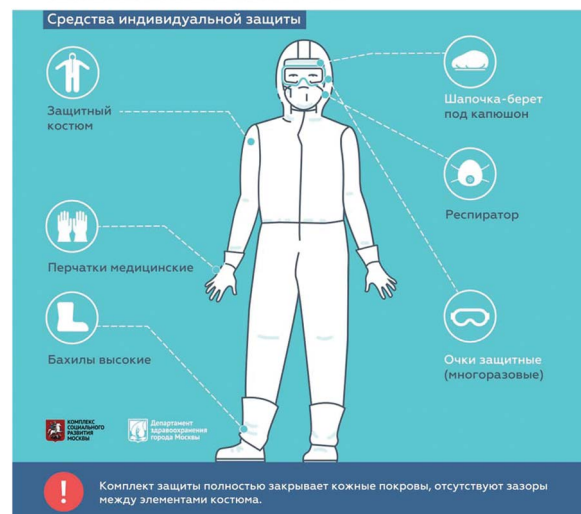


Рисунок 1. Средства индивидуальной защиты медицинских работников.

ет 1-му уровню защиты (инфографика Приложения 1). Указанный уровень защиты обычно используется в кабинетах (отделениях) функциональной диагностики (ФД) амбулаторного звена.

Приведём пример практического применения правил санэпидрежима в кабинете ЭКГ:

- одежда персонала — 1-й уровень защиты;
- обработка электродов (проводится «до» и после исследования; экспозиция — согласно инструкции к дезсредству; применяется антисептик широкого спектра действия, обладающий вирулицидным свойством);
- для дезинфекции поверхностей и кушетки используется дезсредство широкого спектра действия (с концентрацией дезсредства согласно режиму, применяемому при вирусных инфекциях).

Временные интервалы между исследованиями проводятся согласно времени экспозиции дезсредства по инструкции.

Каждому сотруднику, проводящему ЭКГ-исследование необходимо помнить о том, что каждый пациент рассматривается как потенциально инфицированный, поэтому, строгое соблюдение указанных мер является важнейшим аспектом обеспечения безопасности медицинского персонала и пациентов.

Также напоминаем, что обеспечение медицинского персонала СИЗ является обязанностью руководителя медицинской организации.

Дезинфекция и стерилизация

Особое внимание необходимо уделять профилактической дезинфекции, когда источник возбудителя инфекции не обнаружен, но может накапливаться во внешней среде. Основными способами дезинфекции, как известно, являются: механический, физический, химический. Проводятся генеральные и текущие уборки; дезинфекция высокого уровня.

При выборе дезинфицирующего средства необходимо учитывать, что оно должно обладать широким спектром действия в отношении вирусов, бактерий, грибов, возбудителей особо-опасных инфекций. Рекомендуется сочетание моющих свойств. Обращаем внимание, что для отделений ФД особенно важно исключение коррозии металлических предметов и изделий.

В Разделе VI «Организация и проведение дезинфекции в целях профилактики COVID-19» Постановления Главного государственного санитарного врача РФ №15 от 22.05.2020 [4] указано, что:

1. С целью профилактики и борьбы с COVID-19 проводят профилактическую и очаговую (текущую, заключительную) дезинфекцию, для проведения которой применяются дезинфицирующие средства, применяемые для обеззараживания объектов при вирусных инфекциях.
2. Профилактическая дезинфекция осуществляется при возникновении угрозы заноса инфекции с целью предупреждения проникновения и распространения возбудителя заболевания в коллективы людей, в организациях, на территориях, где это заболевание отсутствует, но имеется угроза его заноса извне.
3. Текущая дезинфекция в очаге (в присутствии больного) осуществляется в течение всего времени болезни. Для текущей дезинфекции следует применять дезинфицирующие средства, разрешенные к использованию в присутствии людей. Гигиеническую обработку рук с применением кожных антисептиков следует проводить после каждого контакта с кожными покровами больного (потенциального больного), его слизистыми оболочками, выделениями, после контакта с оборудованием и прочее. Воздух в присутствии людей следует обрабатывать с использованием технологий и оборудования на основе использования ультрафиолетового излучения (рециркуляторов) закрытого типа, различных видов фильтров (в том числе электрофильтров).
4. Заключительную дезинфекцию проводят после убытия (госпитализации) больного или по выздоровлению больного. Для обработки используют средства из группы хлорактивных. При обработке поверхностей в помещениях применяют способ орошения.

Напомним, что в отличие от дезинфекции, стерилизация представляет собой уничтожение всех патогенных микроорганизмов, включая их споры. Например, стерилизация многоразовых мундштуков для спирометрии или чрезпищеводного УЗ-датчика должна проводиться в щадящих режимах в газовых стерилизаторах, с целью исключения повреждений медицинских изделий.

Обращение с медицинскими отходами

В настоящее время утилизация медицинских отходов проводится согласно Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 09.12.2010 N 163 «Об утверждении СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами» [5]. К примеру, после проведения спирометрии, одноразовый мундштук помещаем в пакет

для сбора медицинских отходов класса Б желтого цвета (при осуществлении в медицинской организации «сухого сбора»). Также класс Б подразумевает сбор таких медицинских отходов как перчатки, одноразовые электроды после использования, пеленки, загрязненные биологическими жидкостями пациентов. При осуществлении сбора медицинских отходов от пациентов с COVID-19, мы будем использовать пакеты класса В красного цвета.

Раньше о том, как поступать с медицинскими отходами класса В, знали наши коллеги, которые осуществляли лечение пациентов с ВИЧ, туберкулезом, бруцеллезом, геморрагическими лихорадками. Письмом Роспотребнадзора №02/6509-2020-32 от 09.04.2020 г. все медицинские отходы от пациентов с COVID-19 относят к классу В.

Представим основу алгоритма сбора отходов класса В:

1. Запрещается смешивать отходы класса В с другими классами медицинских отходов;
2. Собирать отходы класса В необходимо в одноразовую тару красного цвета;
3. Ёмкости с отходами следует заполнять на $\frac{3}{4}$ и обязательно завязывать их или закрывать крышкой;
4. Обязательна маркировка отходов класса В;
5. Запрещается вывозить (выносить) необеззараженные отходы класса В за пределы медицинских организаций;
6. Не допускаются к сбору отходов класса В сотрудники без СИЗ, медицинского осмотра, а также сотрудники младше 18 лет.

Необходимо различать перемещение и транспортированию медицинских отходов. Перемещение происходит внутри медицинской организации из отделения в помещение временного хранения или на участок по обращению с медицинскими отходами. Транспортирование отходов — это перемещение их за пределы медицинской организации с помощью специального транспорта при наличии лицензии.

Также следует различать временное накопление и хранение. Хранение — это содержание медицинских отходов на полигонах и спецплощадках. Временное накопление, в свою очередь, осуществляется в специальном помещении или на участке по обращению с медицинскими отходами, согласно утвержденного в медицинской организации графика.

В вопросах дезинфекции следует разделять понятия обеззараживание (собственно дезинфекция отходов) и обезвреживание (изменение физических и химических свойств отходов, которое приводит к утрате всех опасных свойств). После обеззараживания и обезвреживания, отходы класса В можно хранить совместно с другими классами медицинских отходов. (п. 2.2 СанПиН 2.1.7.2790-10). Обеззараживание должно быть проведено с применением физического метода аппаратным способом (автоклавирование).

Согласно п. 4.20 СанПиН 2.1.7.2790-10 [5] отходы класса В относятся к 1–2 группам патогенности. В приложении №1 СанПиНа указаны режимы обеззараживания различных объектов, а в приложении №2 — методы и средства дезинфекции (пункт 3 «Вирусы и хламидии»).

Заключение

Строгое соблюдение санитарных правил является залогом обеспечения безопасности как персонала МО, так и пациентов. Важно помнить, что медицинский персонал, как и руководители медицинских организаций, в том числе отделений (кабинетов) ФД несут ответственность за организацию и полноту выполнения санитарных правил и иных нормативно-правовых документов.

Соблюдение инфекционной безопасности средним медицинским персоналом в условиях распространения COVID-19 подразумевает, в том числе, четкое выполнение алгоритма надевания и, в особенности, алгоритма снятия СИЗ.

Эффективная и безопасная в эпидемиологическом аспекте работа в отделениях (кабинетах) функциональной диагностики должна основываться на соблюдении требований к комплексу организационных, профилактических, санитарно-противоэпидемических мероприятий, что особенно актуально в период пандемии.

Список литературы:

1. https://stopкоронавирус.рф/ai/html/3/attach/2020-06-08_coronavirus_government_report.pdf (дата обращения 08.06.2020).
2. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 11 апреля 2020 г. №02/6673-2020-32 «О направлении рекомендаций по применению СИЗ для различных категорий граждан при рисках инфицирования COVID-19 (дата обращения 27.05.2020. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73817166/>).
3. https://static-1.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/050/493/original/Графическая_памятка_по_использованию_средств_индивидуальной_защиты_медицинскими.pdf?1590150337 (дата обращения 01.06.2020).
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ №15 от 22.05.2020 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1.3597-20 «Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». (дата обращения 28.05.2020. <http://nasci.ru/?id=12693&download=1>).
5. СанПин 2.1.2.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность». (дата обращения 28.05.2020. <https://buildingclub.ru.turbopages.org/s/buildingclub.ru/sanpin-2-1-3-2630-10-dlya-medicinskih-uchrezh/>).

Приложение 1

Защита медицинского работника в зависимости от степени возможного инфицирования COVID-19



Приложение 2

Порядок (алгоритм) надевания и снятия СИЗ



Для цитирования: Панина Е. В., Пугачев М. В., Шесюль А. Г. Инфекционная безопасность среднего медицинского персонала отделений (кабинетов) функциональной диагностики в условиях пандемии covid-19. Медицинский алфавит. 2020; (25):30–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-30-33>

For citation: Panina E. V., Pugachev M. V., Shchesiul A. G. Infectious safety of nursing staff in departments (offices) functional diagnostics in the context of the covid-19 pandemic. Medical alphabet. 2020; (25):30–33. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-30-33>

Опыт проведения спирометрии врачами общей практики

М. А. Похазникова, к.м.н., доцент кафедры семейной медицины¹

Е. А. Андреева, к.м.н., доцент кафедры семейной медицины и внутренних болезней²

О. Ю. Кузнецова, д.м.н., профессор зав.кафедрой семейной медицины¹

¹ФГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, Архангельск, Россия

An experience of performing spirometry by trained general practitioners

M. A. Pokhaznikova¹, E. A. Andreeva², O. Yu. Kuznetsova¹

¹North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

²Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

Резюме

В статье рассматривается опыт обучения и проведения спирометрии врачами общей практики в рамках исследовательского проекта RESPECT (RESearch on the PrEvalence and the diagnosis of COPD and its Tobacco-related aetiology). 33 врача общей практики, обученные методике спирометрии, провели исследование 3119 пациентам. Критериям качества соответствовали 84,1% спирометрических исследований. Приведен анализ наиболее частых ошибок, допущенных врачами при проведении маневра форсированного выдоха. Наиболее частыми ошибками были выдох менее 6 с (54%), недостаточное развитие экспираторного усилия и отсутствие воспроизводимости (11,3%). Независимыми предикторами неудовлетворительного качества спирограмм были мужской пол, наличие обструкции (ОФВ₁/ФЖЕЛ < 0,7), а также центр, в котором выполнялось исследование. Число спирограмм хорошего качества в зависимости от центра варьировало от 96,1% (95% ДИ 83,2–110,4) до 59,8% (95% ДИ 49,6–71,4). В дальнейшем был проведен анализ причин плохого качества исследований в отдельных центрах и устранены выявленные недостатки. Плохое качество спирограмм было связано либо с ошибками врачей, проводивших исследование, либо с техническими неисправностями спирометра.

Ключевые слова: спирометрия, врач общей практики, первичная медико-санитарная помощь, качество спирометрии, ХОБЛ.

Summary

The article discusses the experience of teaching and conducting spirometry of general practitioners as part of the RESPECT study (RESearch on the PrEvalence and the diagnosis of COPD and its Tobacco-related aetiology). A total of 33 trained in spirometry general practitioners performed a study of 3119 patients. Quality criteria met 84.1% of spirometric studies. The analysis of the most common mistakes made by doctors during the forced expiratory maneuver is included. The most frequent errors were expiration exhalation of less than 6 s (54%), non-maximal effort throughout the test and lack of reproducibility (11.3%). Independent predictors of poor spirogram quality were male gender, obstruction (FEV₁/FVC < 0.7), and the center where the study was performed. The number of good-quality spirometry ranged from 96.1% (95% CI 83.2–110.4) to 59.8% (95% CI 49.6–71.4) depending on the center. Subsequently, an analysis of the reasons behind the poor quality of research in individual centers was conducted and the identified shortcomings were eliminated. The poor quality of the spirometry was associated either with the errors of the doctors who undertook the study or with the technical malfunctions of the spirometer.

Keywords: spirometry, general practitioner, primary health care, quality of spirometry, COPD.

В России первичную диагностику, лечение и часто дальнейшее наблюдение больных с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ), бронхиальной астмой осуществляет врач первичного звена здравоохранения (терапевт, врач общей практики). Спирометрия — простой, распространенный и базовый метод оценки вентиляционных нарушений, без которого невозможно провести лечебно-диагностические мероприятия у пациентов с хроническими респираторными жалобами и/или факторами риска развития респираторных заболеваний. Портативный спирометр включен в перечень оснащения врачебной

амбулатории, фельдшерско-акушерского пункта, отделения общей врачебной практики в соответствии с приказом Минздрава России № 543н «Об организации оказания первичной медико-санитарной помощи населению». В штатном расписании этих подразделений нет должности врача функциональной диагностики [1]. Обучение клиницистов спирометрии и использование портативных приборов в амбулаторных учреждениях для выявления ХОБЛ было рекомендовано National Lung Health Education Program (NLHEP) с 1999 г. За это время менялись диагностические критерии ХОБЛ, появились более сложные спирометры.

Продemonстрировано, что проведение спирометрии врачами амбулаторных учреждений лицам с факторами риска ХОБЛ (возраст старше 40 лет, курение, наличие хронических респираторных симптомов) значительно увеличивает число выявленных случаев ХОБЛ и является экономически эффективной стратегией [2, 3]. В 2005 году было опубликовано руководство по стандартизации спирометрии Американского торакального и Европейского респираторных обществ (АТО/ЕРО, ATS/ERS), которое является основой для выполнения качественного исследования [4]. В 2019 г. опубликованы обновленные рекомендации по стандартизации спи-

рометрии Американского торакального и Европейского респираторных обществ [5]. Однако врачи амбулаторных учреждений в России не всегда обладают достаточными знаниями и навыками самостоятельного исследования функции внешнего дыхания и/или корректной интерпретации полученных результатов. Практически отсутствуют данные, демонстрирующие выполнение спирометрии в реальной клинической практике врачами первичного звена здравоохранения. Исключение составляет проведение спирометрии врачами поликлиник и медицинскими сестрами в рамках исследовательских проектов. Качество и надежность выполненной ими спирометрии с использованием современного портативного оборудования подтверждены результатами анализа [2, 6]. Вместе с тем персонал, который проводит спирометрию в амбулаторных учреждениях, нуждается в практическом обучении и в постоянной обратной связи со специалистами для контроля качества исследований [3, 7].

Необходимость повышения компетентности врачей первичных учреждений здравоохранения в раннем выявлении ХОБЛ, а также обучения врачей общей практики методу спирометрии для участия в исследовательском проекте RESPECT (RESearch on the PrEvalence and the diagnosis of COPD and its Tobacco-related aetiology) стали предпосылками для создания обучающего курса по спирометрии. Исследование RESPECT проводилось в двух городах Северо-Западного Федерального округа РФ (Санкт-Петербург, Архангельск) [8]. Проект включал три этапа. Первый этап — это одномоментное эпидемиологическое исследование, которое проходило в 2012–2013 гг. Всем респондентам проводилось анкетирование. В анкеты были включены различные вопросы, в том числе сведения о наличии факторов риска ХОБЛ, респираторных симптомов. Для выявления распространенности обструктивных нарушений вентиляции всем участникам проводилась спирометрия и бронходилатационный тест с 400 мкг салбутамола.

В исследование было решено привлечь работающих врачей общей практики, чтобы обеспечить максимальный

отклик населения. Для обучения врачей-исследователей был разработан дистанционный курс сотрудниками кафедр семейной медицины ФГБОУ ВПО СЗГМУ им. И. И. Мечникова и ФГБОУ ВПО Северного государственного медицинского университета, а также профессором Католического университета Лёвена (Бельгия) Я.-М. Дегризом в 2012 г. [9]. Курс включал три учебных модуля, в которых были подробно обсуждены теоретические основы спирометрии, включая показания и противопоказания к проведению исследования, формирование кривых «объем-время» и «поток-объем», значения параметров маневра форсированного выдоха, методики исследования и бронходилатационного теста. Особое внимание уделялось оценке качества полученных кривых с позиций их приемлемости и воспроизводимости результатов, соблюдению стандартов спирометрии АТО/ЕРО 2005 года. Курс снабжен аудио- и видеоматериалами, большим числом заданий для самостоятельной интерпретации спирограмм. Завершал курс тренинг для отработки практических навыков каждого из слушателей. В течение 2012 года на курсе обучились 120 врачей первичного звена здравоохранения. Итоговый анализ эффективности курса показал, что большинство учебных целей были достигнуты слушателями с высокой степенью уверенности.

33 врача общей практики из 10 поликлиник Санкт-Петербурга и 5 поликлиник Архангельска согласились принять участие в исследовательском проекте RESPECT и прошли обучение методике спирометрии. До начала исследования они в рамках пилотного проекта проводили спирометрию своим пациентам самостоятельно, что способствовало получению личного опыта. Как показали результаты пилотного проекта, у 84% пациентов из 200 обследованных были получены качественные спирограммы. Эти данные позволили начать первый этап проекта, который включал проведение спирометрии с бронходилатационным тестом случайной выборке жителей, прикрепленных к участкам врачей общей практики, в возрасте 35–70 лет.

Врачи-исследователи были оснащены портативными спирометрами

MIR Spirobank® (Рим, Италия) и персональными компьютерами, которые использовались в режиме соединения. Модель данного спирометра была выбрана, так как соответствовала техническим требованиям к оборудованию для получения качественных измерений АТО/ЕРО 2005 г., а также ранее использовалась в научных исследованиях [6]. Спирометр отражает на экране компьютера кривые «поток-объем» и «объем-время». Программное обеспечение прибора позволяет автоматически оценивать качество выполненного маневра. Каждый участник исследования был обеспечен индивидуальным загубником, носовым зажимом. Врачи были снабжены папкой, в которой находились материалы с подробным описанием методики спирометрии и бронходилатационного теста с использованием данной модели спирометра, оценки качества выполненных кривых.

Центральным вопросом любого исследования является контроль его качества. Оценка качества спирометрии в ходе исследования проводилась неоднократно на нескольких уровнях. Сначала врач самостоятельно в ходе выполнения спирометрии оценивал показатели начала маневра, во время маневра и завершения маневра, утечки воздуха из ротовой полости и наличия артефактов. Добивался получения трех приемлемых и воспроизводимых кривых «поток-объем». Кроме того, каждый дыхательный маневр автоматически оценивался прибором и информировал врача о необходимости более длительного и/или резкого выдоха. Критериями приемлемости были:

1. Значение объема обратной экстрасполяции (Evol) менее 150 мл или менее 5% форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ);
2. Продолжительность форсированного выдоха более 6 секунд или достижение плато на кривой «объем-время»;
3. Отсутствие артефактов (кашель во время маневра, «утечка» воздуха из углов рта и т.п.).

Критерии воспроизводимости: разница между двумя наибольшими значениями ФЖЕЛ и объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ₁) не более 150 мл. Все выполненные исследования регулярно направлялись

в центр двум координаторам проекта в Санкт-Петербурге и Архангельске, пульмонологам, которые исключали спирограммы, не соответствующие критериям приемлемости и воспроизводимости, из исследования.

Спирометрия была проведена 3119 пациентам, критериям качества соответствовали 84,1% спирометрических исследований. Наиболее частыми ошибками, допущенными врачами при проведении форсированных маневров, были выдох менее 6 с (54%), недостаточное развитие экспираторного усилия и отсутствие воспроизводимости (11,3%).

Независимыми предикторами неудовлетворительного качества спирограмм были мужской пол, наличие обструкции ($ОФВ_1/ФЖЕЛ < 0,7$), а также центр, в котором выполнялось исследование (табл. 1). Число спирограмм хорошего качества в зависимости от центра варьировало от 96,1% (95% ДИ 83,2–110,4) до 59,8% (95% ДИ 49,6–71,4). В дальнейшем был проведен анализ причин плохого качества исследований в отдельных центрах и устранены выявленные недостатки. Плохое качество спирограмм было связано либо с ошибками врачей, проводивших исследование, либо с техническими неисправностями спирометра.

Анализ качества спирограмм, который проводился каждые 5 месяцев

на протяжении всего исследования, показал, что оно оставалось высоким (более 80%) в течение 20 месяцев исследования (рис. 1).

По окончании исследования обследование было оставлено врачам для дальнейшей клинической работы. В 2015 году были проанализированы данные из четырех центров Санкт-Петербурга и двух из Архангельска, где продолжали работать 10 обученных в рамках проекта врачей. Под наблюдением данных врачей находилось 584 больных бронхиальной астмой и 365 пациентов с ХОБЛ. В процессе динамического наблюдения за этими пациентами врачи самостоятельно провели 328 спирометрий, что позволило им принять более обоснованное клиническое решение.

Заключение

Таким образом, обученные врачи первичного звена здравоохранения могут выполнять качественное спирометрическое исследование. Для поддержания длительного результата необходимо периодически контролировать качество проведенных исследований. Обучение врачей амбулаторного звена спирометрии позволяет расширить компетенции и улучшить раннюю диагностику заболеваний органов дыхания, особенно хронической обструктивной болезни легких.

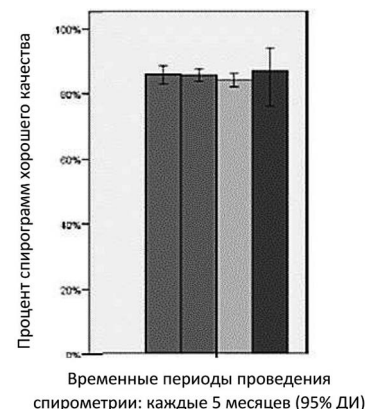


Рисунок 1. Качественные спирограммы в течение всего периода исследования:

1) первые 5 месяцев, 2) вторые 5 месяцев, 3) третьи 5 месяцев, 4) четвертые 5 месяцев.

Примечание: 95% ДИ — 95% доверительный интервал.

Список литературы:

1. Приказ Минздрава России от 15.05.2012 г. № 543н «Об утверждении положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению». — www.rg.ru/2012/12/24/medpomoshch-site-dok.html
2. Buffels J., Degryse J., Heyrman J., Decramer M. Office spirometry significantly improves early detection of COPD in general practice. The DIBASCO study // *Chest*. 2004. Vol. 125. — P. 1394–1399.
3. Ruppel G. L., Carlin B. W., Hart M., Doherty D. E. Office Spirometry in Primary Care for the Diagnosis and Management of COPD: National Lung Health Education Program Update. *Respiratory Care*. 2018. 63 (2). P. 242–252.
4. Miller M. R., Hankinson J., Brusasco V., Burgos F., Casaburi R., Coates A., Crapo R., Enright P., van der Grinten C. P. M., Gustafsson P., Jensen R., Johnson D. C., MacIntyre N., McKay R., Navajas D., Pedersen O. F., Pellegrino R., Viegi G., Wang J. ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry // *Eur. Respir. J.* 2005. Vol. 26. — P. 319–338.
5. Graham B. L., Steenbruggen L., Miller M. R., et al. on behalf of the American Thoracic Society and the European Respiratory Society. Standardization of Spirometry 2019 Update: An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2019. Vol. 200. N. 8. P. 70–88.
6. Зеленуха Д. Н., Фролова Е. В., Гурина Н. А., Дегриз Я. Качество и надежность спирометрии, выполненной подготовленными медицинскими сестрами, с использованием современного портативного электронного оборудования // *Российский семейный врач*. — 2009. — № 2. — С. 25–28.
7. Стручков П. В., Лукина О. Ф., Дроздов Д. В. О стандартах выполнения и ошибках спирометрического исследования. // *Современная функциональная диагностика*. — 2017. — Том 1, № 14. — С. 51–55.
8. Andreeva E., Pokhaznikova M., Lebedev A., Moiseeva I., Kuznetsova O., Degryse J. M. The prevalence of chronic obstructive pulmonary disease by the global lung initiative equations in North-Western Russia. *Respiration*. 2016;91(1): 43–55 <https://doi.org/10.1159/000442887>.
9. Похазникова М. А., Кузнецова О. Ю., Андреева Е. А., Моисеева И. Е., Лебедев А. К. Опыт создания курса дистанционного обучения спирометрии в подготовке врачей общей практики // *Российский семейный врач*. — 2012. — № 4. — С. 39–44.

Таблица 1
Независимые предикторы неудовлетворительного качества спирограмм

Предикторы	ОШ (95% ДИ)	P
Пол	1,65 (1,31–2,09)	<0,001
Возраст	1,01 (0,99–1,02)	0,15
Индекс массы тела	1,01 (0,99–1,03)	0,32
Симптомы	1,18 (0,92–1,51)	0,18
Центры	0,95 (0,92–0,97)	<0,001
Обструкция ($ОФВ_1/ФЖЕЛ < 0,7$)	0,67 (0,46–0,97)	<0,05
Социально-экономический статус	0,94 (0,85–1,04)	0,30

Примечание: Социально-экономический статус, общий балл вычисляется как сумма семейного положения, образования, дохода и профессии; $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ — отношение объема форсированного выдоха за 1 сек к форсированной жизненной емкости легких; ОШ — отношение шансов; $p < 0,001$ — значимые различия между группами мужчин и женщин и между центрами; $p < 0,05$ — значимые различия между группами лиц с обструкцией и без нее; 95% ДИ — 95% доверительный интервал.

СПИРОМЕТР

**СПИРО-
СПЕКТР**



**ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ ПНЕВМОНИИ
COVID-19 ПРОГНОЗИРУЕТСЯ РЕЗКИЙ РОСТ
ЛЕГОЧНЫХ ФИБРОЗОВ.**



Минимальный объем обследований должен включать в себя обязательное определение ФЖЕЛ у пациентов с легочным фиброзом после COVID-инфекции.

Также после перенесенной в тяжелой форме вирусно-бактериальной пневмонии пациентам необходимо пройти медико-социальную экспертизу, включающую в себя спирометрию (по приказу Минтруда России от 27.08.2019 года №585н «О классификациях и критериях, используемых при осуществлении медико-социальной экспертизы граждан федеральными государственными учреждениями медико-социальной экспертизы»).

Спирометр «Спиро-Спектр» производства компании «Нейрософт» позволяет проводить полный спектр обследований, необходимых для мониторингирования пациентов с заболеваниями легких, в том числе измерять ФЖЕЛ и другие прогностически значимые показатели:

- ▶ ОФВ1, степень снижения которого коррелирует со степенью нарушения работоспособности, самообслуживания, смертностью и жизненным прогнозом;
- ▶ ЖЕЛ, снижение которой является независимым фактором смертности от сердечно-сосудистых заболеваний у легочных пациентов (по данным Фремингемского исследования).

Феномен и синдром ранней реполяризации желудочков сердца — норма или патология?

А.Л. Бобров, д. м. н., профессор кафедры функциональной диагностики

ФГБОУВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург

Early repolarization pattern and syndrome — norm or pathology?

A. L. Bobrov

Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

Резюме

Обзорная статья посвящена вопросам диагностики и клинического значения феномена (паттерна) и синдрома ранней реполяризации желудочков сердца. Ещё 13 лет назад феномен безапелляционно признавался вариантом нормы. Однако по результатам ряда серьёзных исследований было показано, что феномен ассоциирован с повышением риска внезапной сердечной смерти. В качестве критериев феномена ранней реполяризации признаются: наличие зубца R с сопутствующей (или отсутствующей) элевацией сегмента ST (в точке Jt); пиковая элевация J wave (point) ≥ 0.1 mV (в точке Jp) в ≥ 2 смежных отведениях 12-канальной ЭКГ, за исключением отведений V1–3; длительность QRS, измеряемая в отведениях с J wave (point) < 120 ms. Синдром ранней реполяризации — клиническое состояние, подразумевающее сочетание феномена ранней реполяризации и полиморфной желудочковой тахикардии, фибрилляции желудочков и/или внезапной сердечной смерти у лиц без структурной патологии сердца. Проведение лечебных мероприятий требуется у пациентов с синдромом ранней реполяризации и у лиц с феноменом на фоне отягощённого семейного анамнеза.

Ключевые слова: ранняя реполяризация, аритмии, миокардиальная дисфункция, внезапная сердечная смерть, кардиовертер-дефибриллятор.

Summary

The review article is devoted to the diagnosis and clinical significance of early ventricular repolarization phenomenon and syndrome. Just 13 years ago, the phenomenon was recognized as an unambiguous version of the norm. However, the results of a series of multicenter studies have shown that the phenomenon is associated with an increased risk of sudden cardiac death. The following criteria are recognized as criteria for early repolarization: the presence of a notch or a junction wave on the descending part of the R wave with a concomitant (or absent) elevation of the ST segment (at the Jt point); J wave (point) ≥ 0.1 mV peak elevation (at Jp point) in ≥ 2 adjacent 12-channel ECG leads, except for V1–3 leads; QRS duration, measured in leads with J wave (point) < 120 ms. Early repolarization syndrome is a clinical condition involving a combination of the pattern of early repolarization and polymorphic ventricular tachycardia, ventricular fibrillation and/or sudden cardiac death in persons without structural heart disease. Treatment is required in patients with a symptom of ventricular tacharrhythmia or family history early repolarization with sudden cardiac death.

Key words: early repolarization, arrhythmias, myocardial dysfunction, sudden cardiac death, cardioverter-defibrillator.

В 1936 г. R. Shipley и W. Halloran впервые описали «раннюю» элевацию сегмента ST при изучении 200 электрокардиограмм молодых здоровых индивидуумов [1]. Феномен регистрировался у 25% мужчин и 16% женщин. Двумя годами позже W. Tomaszewski наблюдал подобные изменения кардиограммы у пациента, погибшего от гипотермии [2]. Термин «ранняя реполяризация» (PP) впервые был применён лишь в 1951 г. R. P. Grant и соавт. путём описания его ЭКГ проявлений при помощи векторкардиографии [3]. В дальнейшем в течение долго времени феномен оценивался как фенотипический вариант нормы, а его изучение не получало дальнейшего развития. Лишь в конце 70-х — начале 80-х годов прошлого века этот феномен вновь привлек внимание исследователей. Предметом изучения стали возможные механизмы его возникновения [4], уточнение электрокардиографических признаков [5]. Встал вопрос о CPP как проявлении патологии [6–8]. Синдром или феномен (в то время понятия рассматривались в литературе, как тождественные) определялся как подъём сегмента ST электрокардиограммы, точки J, выявление зубца R (J-wave) или волны соединения (J-point) на нисходящей части зубца R; подъём сегмента ST мог сопровождаться высокоамплитудными или отрицательными зубцами T. Феномен классифицировался на основе различных

подходов к его диагностике [8, 9]. Топическая классификация (Скоробогатый А. М., 1986) предусматривала выделение 1 типа (регистрация признаков в V1–2), 2 типа (V4–6); 3 типа (без определённого преобладания). Классификация «тяжести» синдрома (Бобров А., Шуленин С.; 2006) учитывала сумму отведений, в которых выявлялись паттерны PP; минимальный — 2–3 отведения; умеренный 4–5 отведений; 6 и более — тяжёлый.

Распространённость PP, по данным разных авторов с учётом, принятых в то время критериев, колебалась от 1 до 36% в разных возрастных группах и у лиц с разной патологией внутренних органов. Чаще феномен выявлялся у молодых здоровых обследуемых (в большей степени мужчин) и при заболеваниях внутренних органов, сопровождавшихся повышением парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы. Описывалась связь PP с нарушениями сердечного ритма, включая жизнеугрожающие. Высказывалось предположение о феномене PP, как дополнительном фенотипическом маркере генерализованной дисплазии соединительной ткани, наряду с такими её внутрисердечными проявлениями, как добавочные хорды левого желудочка, пролапсы клапанов сердца. Указывалось, что выраженные электрокардиографические проявления PP сочетаются с ранними признаками

миокардиальной дисфункции, развитием начальных признаков сердечной недостаточности. В качестве причины появления морфофункциональных отклонений на фоне, казалось бы, безобидного феномена предполагалось изменение микроскопической структуры коллагеновых волокон, которые приводили к повышению их эластичности, растягиванию соединительно-тканного каркаса сердца, изменению функциональных свойств проводящей системы сердца [10].

В 2008 г. М. Haïssaguerre и соавт. опубликовали результаты ретроспективного анализа обследования 206 больных (<60 лет), реанимированных по поводу идиопатической фибрилляции желудочков (ФЖ). Исследование оказалось поворотной точкой в понимании «нормальности» феномена РР. В представленном исследовании всем пациентам с выявленным жизнеугрожающим нарушением сердечного ритма впоследствии были имплантированы кардиовертеры-дефибрилляторы (КД); дальнейшее наблюдение продолжалось 61 ± 50 месяцев. Контрольная группа составила 412 сопоставимых лиц без болезней сердца. Оказалось, что РР встречалась чаще в основной (31%), чем в контрольной группе (5%). Феномен ассоциировался с мужским полом, наличием синкопы, остановки кровообращения во сне. Мониторинг КД показал большую частоту повторных эпизодов ФЖ у больных с РР, отношение шансов — 2,1 (1,2–3,5). Частота идиопатической ФЖ у лиц 35–45 лет с РР составила хоть и находилась на достаточно низком уровне (около 1:10000 случаев), но была в почти 3 раза выше, чем в популяции [11].

В 2009 г. J. T. Tikkanen и соавт. представили результаты наблюдения за более значительной выборкой пациентов среднего возраста (10 864 человек). Применение более жестких (приближенных к современным) критериев РР позволило выявить феномен в 5,8% случаев [12]. Было продемонстрировано, что выявление признака J-point в «нижних» отведениях ЭКГ по сравнению с другими локализациями увеличивала риск смерти в 1,3 раза (1,0–1,6), а регистрация элевации J-point на 2 мВ и более увеличивала риск смерти в 3,0 раза (1,9–4,9).

Таким образом, к концу 1-го десятилетия XXI века была продемонстрирована связь ЭКГ-паттерна РР и внезапной сердечной смерти, потребовался пересмотр критериев диагностики феномена и синдрома РР. В 2016 г. был опубликован консенсус экспертов по J-wave синдромам [13], который включил два актуальных электрокардиографических синдрома: Бругада и РР. В качестве критериев РР было предложено наличие следующих признаков на ЭКГ покоя (рис. 1):

- Наличие зазубрины (noch, J-wave) или волны (slur, J-point) соединения на нисходящей части зубца R с сопутствующей (или отсутствующей) элевацией сегмента ST (в точке Jt);
- Пиковая элевация J wave (point) $\geq 0,1$ mV (в точке Jp) в ≥ 2 смежных отведениях 12-канальной ЭКГ, за исключением отведений V1–3;
- Длительность QRS, измеренная в отведениях с J wave (point), < 120 ms.

Зачастую паттерн ранней реполяризации может напоминать электрокардиографические признаки нарушений внутрижелудочковой проводимости. При дифференциальной диагностике этих феноменов следует помнить следующие характерные особенности феномена внутрижелудочковой проводимости: он одинаково часто встречается как среди мужчин, так и женщин, преимущественно пожилого возраста; характерны увеличение амплитуды зазубрины на фоне тахикардии и экстрасистолии; сочетание феномена со структурными заболеваниями сердца (включая инфаркт миокарда и кардиомиопатию). Необходимо отметить, что подобные РР электрокардиографические отклонения могут регистрироваться при ряде клинических состояний, исключающих самостоятельный диагноз синдрома ранней реполяризации. К таковым относятся: паттерн ювенильной элевации сегмента ST; заболевания перикарда; гипо- и гипертермия; миокардиальная липома; тимомы; гипертоническое и спортивное ремоделирование миокарда; ишемия миокарда, инфаркт миокарда; гипокальциемия; гипернатриемия; диссекция аорты; аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка; синдром Такоцубо; интрацеребральное кровоизлияние, ранение головного мозга; миокардит; болезнь Чагаса; интоксикация кокаином [13].

Консенсус дифференцирует понятия паттерн (феномен) и синдром РР. Последний помимо ЭКГ отклонений, описанных выше, предусматривает перенесенные полиморфную желудочковую тахикардию (ЖТ) или ФЖ, и/или клинические состояния, предположительно ассоциированные с указанными аритмиями. Для диагностики синдрома предлагается использовать Шанхайскую балльную систему оценки [13]. Каждому указанному признаку соответствует определенное число диагностических баллов.

Анамнез заболевания:

- Необъяснимая остановка сердца, документированная ФЖ или полиморфная ЖТ — 3 балла;
- Предположительно аритмическая потеря сознания — 2 балла;

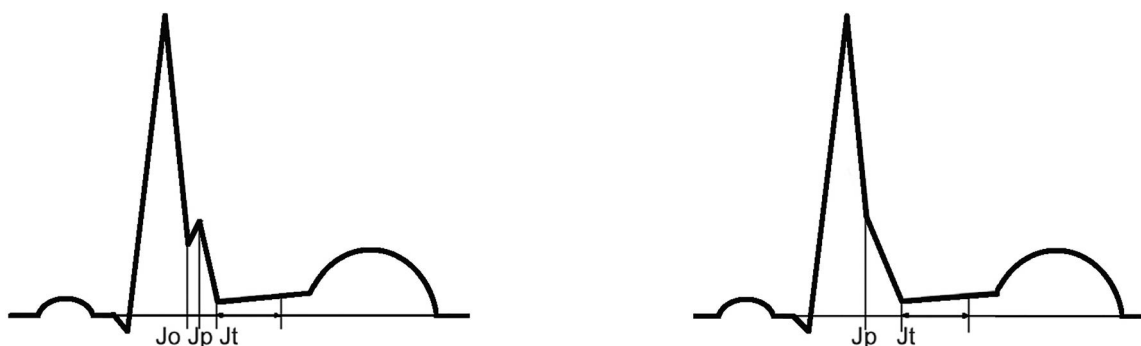


Рисунок 1. Методика диагностики паттернов РР: слева — J-wave, справа — J-point (пояснения к обозначениям смотри в тексте).

- Потеря сознания неизвестного механизма/этиологии — 1 балл.

12-канальная ЭКГ покоя:

- Элевация точки J $\geq 0,2$ мВ в ≥ 2 нижних и/или боковых отведениях с горизонтальным или нисходящим сегментом ST — 2 балла;
- Динамические изменения элевации точки J ($\geq 0,1$ мВ) в ≥ 2 нижних и/или боковых отведениях — 1,5 балла;
- Элевация точки J $\geq 0,1$ мВ в ≥ 2 нижних и/или боковых отведениях — 1 балл.

Суточное мониторирование ЭКГ:

- Желудочковая экстрасистолия с коротким интервалом сцепления (R на T) — 2 балла.

Наследственный анамнез:

- Родственник с диагностированным синдромом PP — 2 балла;
- 2 и более родственников 1 линии с элевацией точки J $\geq 0,2$ мВ в ≥ 2 нижних и/или боковых отведениях — 2 балла;
- Родственник 1 линии с элевацией точки J $\geq 0,2$ мВ в ≥ 2 нижних и/или боковых отведениях — 1 балл;
- Необъяснимая ВСС у родственника 1–2 линии моложе 45 лет — 0,5 балла.

Результаты генетического обследования:

- Вероятная патогенная мутация, характерная для CPP — 0,5 балла.

Выявление 5 и более диагностических баллов соответствует определённому, от 3 до 4,5 баллов — вероятному синдрому PP, а менее 3 баллов не подтверждает синдром.

В качестве генетических проявлений, определяющих наличие синдрома PP выделяются 7 типов дефектов:

- 1 тип — локус 12p11.23; ген KCNJ8; белок Kir6.1;
- 2 тип — локус 12p13.3; ген CACNA1C; белок Ca_v1.2;
- 3 тип — локус 10p12.33; ген CACNB2b; белок Ca_vβ2b;
- 4 тип — локус 7q21.11; ген CACNA2D1; белок Ca_vα2δ1;
- 5 тип — локус 12p12.1; ген ABCC9; белок SUR2A;
- 6 тип — локус 3p21; ген SCN5A; белок Na_v1.5;
- 7 тип — локус 3p22.2; ген SCN10A; белок Na_v1.8.

1 тип синдрома ассоциирован с увеличением активности калий-аденозинтрифосфатных ионных каналов миокардиоцитов проводящей системы сердца; 2–5 типы — со снижением активности кальциевых каналов; 6–7 типы — снижением активности натриевых ионных каналов. Доля пробандов (но-

сителей гена) для 2 и 4 типов синдрома составляет по 4%, для 3 типа — 8%; остальные генетические типы синдрома регистрируются редко [14–16]. Вероятно, указанные дефекты в будущем будут дополнены новыми генами, «виновными» в развитии ранней реполяризации [17].

Актуальная в настоящее время классификация феномена (синдрома) PP предусматривает выделение следующих его типов: I — паттерн PP регистрируются только в «боковых» отведениях ЭКГ покоя; II — регистрация паттерна в «нижних» и «боковых» отведениях; III — фиксация паттерна в «нижних», «боковых», «передних» и «правых» отведениях кардиограммы. Таким образом, новый подход объединил предлагавшиеся ранее оценку выраженности паттерна PP и его топографические свойства.

Клинические проявления синдрома PP доминируют у молодых мужчин в возрасте 30–40 лет [18]. Дебют может проявляться сразу с развития внезапной сердечной смерти. ЭКГ проявления нарастают на фоне брадикардии, ваготонии; сочетаются проявлениями дисплазии соединительной ткани. Внезапная сердечная смерть, ЖТ, ФЖ чаще наступают во время сна. Повышенный риск развития жизнеугрожающих аритмий фиксируется при инфаркте миокарда и гипотермии. Не существует данных о возникновении внезапной сердечной смерти у лиц с паттерном PP во время занятий спортом. Индивидуумы с элевацией J-point $\geq 0,2$ мВ, регистрацией горизонтальной или нисходящей элевации сегмента ST имеют больший риск летальных аритмий (рис. 2). Максимальные ЭКГ проявления ранней реполяризации у лиц без признаков сердечно-сосудистой патологии ассоциируются с повышением массы миокарда левого желудочка на фоне его дилатации и ухудшения релаксации [17, 19, 20].

Подходы к лечению и наблюдению лиц с PP определяются консенсусом экспертов 2013 г. по имплантации кардиовертеров-дефибрилляторов. Показания разделяются на классы [21]:

- Класс I — имплантация КД рекомендована пациентам с синдромом PP, перенесшим внезапную сердечную смерть;
- Класс IIa — инфузия изопроterenолола может быть полезна для угнетения электрического шторма у пациентов с синдромом PP; хинидин в дополнении к имплантации КД может быть полезен для вторичной профилактики ЖТ у пациентов с синдромом PP;
- Класс IIb — имплантация КД может быть рассмотрена: у пациентов с семейным синдромом PP в сочетании с син-

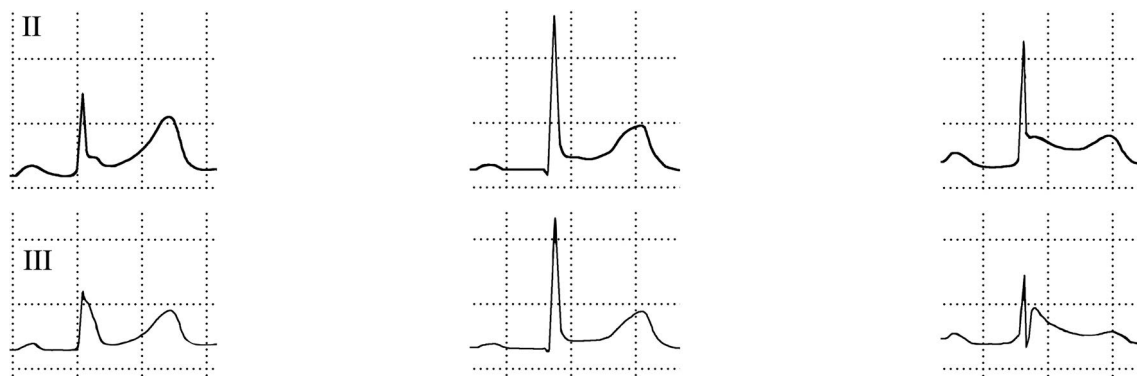


Рисунок 2. Варианты элевации сегмента ST на фоне PP в отведениях II и III ЭКГ: слева — косовосходящая; посередине — горизонтальная; справа — косонисходящая.

копой и элевацией ST более 1 мм в ≥ 2 нижних или боковых отведениях ЭКГ; у асимптомных лиц с выявляемым паттерном PP высокого риска (j-wave высокой амплитуды, горизонтальный и нисходящий сегмент ST) в присутствии убедительного семейного анамнеза необъяснимой ювенильной внезапной смерти с выявляемой/отсутствующей патогенной мутацией;

- Класс III — имплантация КД не рекомендована у асимптомных пациентов с изолированным паттерном PP.

Диспансерно-динамического наблюдения требуют лица с паттерном PP и симптомами синкопы, ночного апноэ, семейного анамнеза внезапной сердечной смерти в молодом возрасте при отсутствии чётких указаний на аритмическую природу данных клинических проявлений. Обследуемые с семейным анамнезом внезапной сердечной смерти в молодом возрасте и бессимптомным паттерном PP низкого риска также требуют наблюдения.

Новые данные были получены после публикации финских исследователей во главе А. Holkeri весной 2020 г. [22]. Авторы исследовали связь PP с риском внезапной сердечной смерти в популяции финнов старше 30 лет. В исследование было включено 6631 лиц, возрастом 50.1 ± 13.9 лет; в 44,5% — мужчины. Длительность наблюдения составила 24.4 ± 10.3 лет. Анализировались связи PP с внезапной сердечной смертью, общей и сердечно-сосудистой смертностью в зависимости от возраста (старше или младше 50 лет) и пола. Авторами использовались «мягкие» критерии PP: элевация J-point ≥ 0.1 мВ в ≥ 2 нижних/латеральных отведениях. Паттерн PP одинаково часто встречался в молодом (11,1%) и старшем (12,8%) возрасте. Была выявлена взаимосвязь паттерна с внезапной сердечной смертью у лиц младше 50 лет (отношение шансов 1.88; 1.16–3.07, $p < 0.05$). При этом среди женщин молодого возраста наблюдалась ещё более сильная взаимосвязь (отношение шансов 4.11; 1.41–12.03, $p < 0.05$). Необходимо отметить, что у лиц старшего возраста, а также среди молодых мужчин такой зависимости не наблюдалось. Вероятно, потребуется время и данные новых исследований, чтобы осмыслить полученную информацию и внести коррективы в действующие на данный момент экспертные рекомендации.

Таким образом, феномен (паттерн) ранней реполяризации характеризуется следующими изменениями ЭКГ: наличие зубрины или волны соединения на нисходящей части зубца R с возможной элевацией сегмента ST; пиковой элевацией J wave (point) ≥ 0.1 мВ в ≥ 2 смежных отведениях ЭКГ, за исключением отведений V1–3; нормальной длительностью комплекса QRS. Синдром ранней реполяризации (CPR) — клиническое состояние, подразумевающее сочетание паттерна PP и полиморфной ЖТ, ФЖ и/или внезапной сердечной смерти у лиц без структурной патологии сердца. Выявление паттерна ранней реполяризации ассоциировано с двух-трёхкратным ростом риска возникновения жизнеугрожающих аритмий, но всё равно остаётся на достаточно низком уровне (около 1:10000 случаев). Лечение требует лишь пациенты с синдромом и лица с паттерном PP при наличии отягощённого семейного анамнеза.

Список литературы:

1. Shipley R.A., Halloran W.R. The four-lead electrocardiogram in 200 normal men and women // *Amer. Heart J.* — 1936. — № 11. — P. 325–345.
2. Tomaszewski W. Changement electrocardiographiques observes chez un homme mort de froid [Electrocardiographic changes observed in a man frozen to death] // *Arch. Mal. Coeur.* — 1938. — Vol. 31. — P. 525–528.
3. Grant R.P., Estes H.E., Doyle J.T. Spatial vector electrocardiography; the clinical characteristics of S-T and T vectors // *Circulation.* — 1951. — Vol. 3. — P. 182–197.
4. Аббакумов С.Д., Романов М.М., Стае М. Синдром преждевременной реполяризации желудочков // *Кардиология.* — 1979. — Т. 19, № 7. — С. 82–86.
5. Kambara H., Phillips M. Long-term elevation of early repolarisation syndrome (normal variant RS-T segment elevation) // *Amer. J. Cardiol.* — 1976. — Vol. 38, № 2. — P. 157–161.
6. Воробьев А.П., Грибкова И.Н., Петрусенко Н.М. Возможные механизмы возникновения синдрома ранней реполяризации желудочков // *Кардиология.* — 1985. — Т. 25, № 4. — С. 110–112.
7. Скоробогатый А.М. Синдром ранней реполяризации желудочков // *Кардиология.* — 1986. — Т. 26, № 11. — С. 89–94.
8. Скоробогатый А.М. Электрокардиографическая диагностика и классификация синдрома ранней реполяризации желудочков // *Клинич. медицина.* — 1985. — Т. 63, № 1. — С. 47–51.
9. Бобров А.А., Шуленин С.Н. Новая классификация синдрома ранней реполяризации желудочков: клиническое значение и применение // *Кардиология СНГ.* — 2006. — Т. 4, № 1. — С. 123.
10. Шуленин С.Н., Бойцов С.А., Бобров А.А. Клиническое значение синдрома ранней реполяризации желудочков, алгоритм обследования // *Вестник аритмологии.* — 2008. — № 50. — С. 33–39.
11. Haïssaguerre M., Derval N., Sacher F. et al. Sudden cardiac arrest associated with early repolarization // *N. Engl. J. Med.* — 2008. — Vol. 358. — P. 2016–2023.
12. Tikkanen J.T., Anttonen O., Junttila M.J. et al. Long-term outcome associated with early repolarization on electrocardiography // *N. Engl. J. Med.* — 2009. — Vol. 361. — P. 2529–2537.
13. Antzelevitch C., Yan G.-X., Ackerman M.J. et al. J wave syndromes consensus conference: emerging concepts & gaps in knowledge // *Heart Rhythm.* — 2016. — Vol. 13, № 10. — P. 295–324.
14. Noseworthy P.A., Tikkanen J.T., Porthan K. et al. The early repolarization pattern in the general population clinical correlates and heritability // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2011. — Vol. 57. — P. 2284–2289.
15. Nunn L.M., Bhar-Amato J., Lowe M.D. et al. Prevalence of J-point elevation in sudden arrhythmic death syndrome families // *J. Am. Coll. Cardiol.* — 2011. — Vol. 58. — P. 286–290.
16. Reinhard W., Kaess B.M., Debiec R. et al. Heritability of early repolarization: a population-based study // *Circ. Cardiovasc. Genet.* — 2011. — Vol. 4. — P. 134–138.
17. Chen M., Wang Q., Sun J. et al. Early repolarization in the inferior leads after accessory pathway ablation is highly correlated with atrial fibrillation in Wolff-Parkinson-White syndrome // *J. Cardiol.* — 2020. — Vol. 75, № 3. — P. 323–329.
18. Matta M.G., Gulayin P.E., Garcia-Zamora S. et al. Epidemiology of early repolarization pattern in an adult general population // *Acta Cardiol.* — 2019. — Vol. 1. — P. 11.
19. Miragoli M., Goldoni M., Demola P. et al. Left ventricular geometry correlates with early repolarization pattern in adolescent athletes // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* — 2019. — Vol. 29, № 11. — P. 1727–1735.
20. Fan J., Ji C.C., Cheng Y.J. et al. A novel mutation in GPD1L associated with early repolarization syndrome via modulation of cardiomyocyte fast sodium currents // *Int. J. Mol. Med.* — 2020. — Vol. 45, № 3. — P. 947–955.
21. Priori S.G., Wilde A.A., Horie M. et al. HRS/EHRA/APHRS expert consensus statement on the diagnosis and management of patients with inherited primary arrhythmia syndromes // *Heart Rhythm.* — 2013. — Vol. 10, № 12. — P. 1932–1963.
22. Holkeri A., Eranti A., Haukilahti M.A. et al. Impact of age and sex on the long term prognosis associated with early repolarization in the general population // *Heart Rhythm.* — 2020. — Vol. 17, № 4. — P. 621–628.

Для цитирования: Бобров А.А. Феномен и синдром ранней реполяризации желудочков сердца — норма или патология? Медицинский алфавит. 2020; (25):38–41. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-38-41>

For citation: Bobrov A. A. Early repolarization pattern and syndrome — norm or pathology? Medical alphabet. 2020; (25):38–41. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-38-41>

Влияние кистевого теппинга по авторской методике на динамику внутриполушарной интеграции у здоровых взрослых

Е. А. Народова, к.м.н., ассистент кафедры нервных болезней с курсом медицинской реабилитации последипломного образования¹

Н. А. Шнайдер, д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник отделения персонализированной психиатрии и неврологии²

В. В. Народова, д.м.н., профессор кафедры нервных болезней с курсом медицинской реабилитации последипломного образования¹

Е. Е. Ерахтин, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии³

В. Е. Карнаухов, студент педиатрического факультета¹

Д. В. Дмитренко, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской генетики и клинической нейрофизиологии института последипломного образования¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации

³Красноярское государственное бюджетное учреждение здравоохранения Красноярская межрайонная клиническая больница скорой медицинской помощи имени Н. С. Карповича

The influence of wrist tapping based on the author's methodology on the dynamics of intrahemispheric integration and 'internal' rhythm in healthy adults

E. A. Narodova¹, N. A. Shnyder², V. V. Narodova¹, E. E. Erakhtin³, V. E. Karnaukhov¹, D. V. Dmitrenko¹

¹Prof. V. F. Voino-Yasenetskiy Krasnoyarsk State Medical University

²Bekhterev National Medical Research Center of Psychiatry and Neurology

³Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Emergency Hospital n.a. N. S. Karpovich, Krasnoyarsk

Резюме

Цель — исследование латерализации и топике изменений внутриполушарной когерентности по основным ритмам электроэнцефалографии у молодых здоровых взрослых под влиянием кистевого теппинга по авторской методике. **Материалы и методы:** проведение настоящего исследования одобрено этическим комитетом КрасГМУ им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого (протокол №77/2017 от 26.06.2017 г.). Исследовалось влияние кистевого теппинга по авторской методике на коэффициент внутриполушарной когерентности коры головного мозга у здоровых добровольцев ($n=63$). Проведение кистевого теппинга выполнялось с помощью оригинальной методики (патент РФ №2606489 от 10.01.2017 г.). Анализ внутриполушарной когерентности в парах F3–T5, T5–O1, F3–O1; F4–T6, T6–O2, F4–O2 осуществлялся с использованием компьютерного энцефалографического комплекса («Нейрокартограф», МБН Москва). **Результаты и обсуждения:** при проведении ЭЭГ — исследования установлено, что под влиянием кистевого теппинга по авторской методике в состоянии сенсорной депривации (закрытые глаза), статистически значимых изменений внутриполушарной когерентности по тета и бета ритмам не произошло ($p>0,05$). Однако нами показано статистически значимое ($p<0,05$) повышение внутриполушарной когерентности по альфа ритму в правом полушарии в парах F4–T4 ($p=0,0000793$) и F4–O2 ($p=0,01711824$). При этом медиана коэффициента внутриполушарной когерентности до и после теппингования изменялась с 0,27 до 0,315 и с 0,13 до 0,175 соответственно. В то же время, статистически значимых изменений внутриполушарной когерентности в аналогичных парах левого полушария нами не найдено ($p>0,05$). При выполнении кистевого теппинга с открытыми глазами, статистически значимые

Summary

The goal The goal is to study the lateralization of changes in intrahemispheric coherence in accordance with the basic rhythms of electroencephalography in healthy young people under the influence of tapping on the wrist in accordance with the author's technique. **Materials and methods:** The conduct of this study was approved by the ethics committee of KrasGМУ. prof. V. F. Voino-Yasenetskiy (protocol No. 77/2017 of 06/26/2017). The study of the influence of wrist tapping according to the author's technique on the coefficient of intrahemispheric coherence of the cerebral cortex in healthy volunteers ($n=63$). Wrist tapping was carried out using the original technique (RF patent No. 2606489 of 01/10/2017). The analysis of intrahemispheric coherence in the pairs F3–T5, T5–O1, F3–O1, F4–T6, T6–O2, F4–O2 was carried out using a computer encephalographic complex (Neurocartograph, MBN Moscow). **Results and discussions:** According to the studies, it was shown that under the influence of tapping the hand according to the author's technique, the state of sensory deprivation (closed eyes), statistically significant changes in hemisphere coherence in theta and beta rhythms were not found, $p>0.05$, however, we showed a statistically significant ($p<0.05$) decrease in hemisphere alpha-rhythm coherence in the right hemisphere in pairs F4–T4 ($p=0.0000793$) and F4–O2 ($p=0.01711824$), while the median coherence coefficient before and after tapping changed from 0.27 to 0.315 and from 0.13 to 0.175, respectively. At that time, we did not find statistically significant changes in the coherence of the hemisphere in similar pairs of the left hemisphere $p>0.05$. As a result of this study, when the wrist tapping was opened with the eyes of the subjects open,

изменения внутриполушарной когерентности по альфа ритму были выявлены только в паре F3–O1 левого полушария ($p=0,0000147$). При этом, как и в условиях сенсорной депривации, статистически значимых изменений внутриполушарной когерентности по тета и бета ритмам не найдено ни в правом, ни в левом полушарии.

Заключение. Таким образом, использование кистевого теппинга по авторской методике левой рукой у правшей в состоянии сенсорной депривации перспективно для практического применения в неврологической практике. Это может быть использовано, например, при ведении пациентов с эпилепсией и паническими атаками. Пациент, ранее обученный лечащим врачом, может использовать настоящую методику при возникновении эпилептической ауры, фокальных эпилептических приступов или предвестников панических атак, предварительно установив ее на свой смартфон. Однако клиническое применение авторской методики нуждается в детальных исследованиях.

Ключевые слова: эпилепсия, когерентность, головной мозг, эпилептический приступ, теппинг, реабилитация, электроэнцефалография, тревога.

statistically significant changes in the coherence of the hemispheric alpha rhythm were detected only in the F3–O1 pair of the left hemisphere ($p=0,0000147$), but not in the right hemisphere. At the same time, when the eyes of the volunteers were closed, there were no statistically significant changes in the coherence of the hemisphere in the theta and beta rhythms in both the left and right hemispheres. **Conclusion.** Thus, the use of tapping the wrist according to the author's technique with the left hand in right-handed people in a state of sensory deprivation is promising for practical use in neurological practice, in particular in the management of patients with epilepsy and panic attacks, since a patient previously trained by the attending physician — neurorehabilitation, can use this the author's program on his smartphone, in the case of an epileptic aura of focal epileptic seizures or precursors of panic attacks. However, the clinical application of the author's technique needs detailed research.

Keywords: epilepsy, coherence, brain, epileptic seizure, tapping, rehabilitation, electroencephalography, anxiety.

Введение

Согласно нейропсихологических [1], нейрофизиологических [2], [3], [4] нейровизуализационных [5], [6], [7] исследований роли специализации правого и левого полушария головного мозга для положительных и отрицательных валентных эмоций, в настоящее время на острие научного дискурса остаются три ведущих научных гипотезы. Это: 1. гипотеза правого полушария (RRH — Right Hemisphere Hypothesis) [8], согласно которой правое полушарие превалирует над левым в обработке всех эмоциональных стимулов независимо от их эмоциональной валентности; 2. гипотеза валентности (VH — Valence Hypothesis) [9], согласно которой правое полушарие имеет доминирующую роль в контроле негативных эмоций, а левое — позитивных; 3. мотивационная гипотеза [10], согласно которой латерализация полушарий при эмоциональном контроле преимущественно зависит от мотивационного стимула, а не от его валентности, при этом правое полушарие превосходит левое при контроле эмоций, связанных с избеганием страха. Однако, ни нейровизуализация, ни электрофизиологические методы исследования в настоящее время не могут в полной мере объяснить эти феномены. Тем не менее, исследование вызванных потенциалов головного мозга, связанных с рядом негативных и позитивных эмоций, обеспечивают альтернативную поддержку как для RHH, так и для VH [11]. В последние годы увеличивается число исследований, посвященных изучению внутриполушарной и межполушарной когерентности при тревожно-депрессивных расстройствах. Однако большинство из них не освещают кортикальную локализацию для наблюдаемых эффектов эмоциональной латерализации. Но очевидно, что измерение когерентности биоэлектрической активности головного мозга под влиянием внешних стимулов может рассматриваться как ключевой момент для когнитивных эмоциональных взаимодействий, которые объединяют сигналы от огромного количества нейронов подкорковых и корковых областей головного мозга [12]. J. Narumoto и соавт. [6] в результате исследования фМРТ (функциональной магниторезонансной томографии) показали, что более эмоциональные лица имеют повышенную активность коры височной и затылочной долей правого полушария. Это позволяет предполагать, что изменения

внутриполушарной когерентности в правом полушарии, вызванные внешними стимулами, (например кистевым теппингом), могут подавлять эмоцию страха и провоцировать развитие фокальных и вторично генерализованных эпилептических приступов у пациентов с длительным анамнезом эпилепсии [13].

Цель: исследование латерализации и топике изменений внутриполушарной когерентности по основным ритмам электроэнцефалографии у молодых здоровых взрослых под влиянием кистевого теппинга по авторской методике.

Материалы и методы

Исследование проводилось в 2019 году на базе кафедры медицинской генетики и клинической нейрофизиологии института последипломного образования и кафедры нервных болезней с курсом медицинской реабилитации ПО КрасГМУ им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого. В исследование включены 63 клинически здоровых добровольца трудоспособного возраста. Медиана возраста — 43 [23; 55] лет.

Анализ внутриполушарной когерентности в парах F3–T5, T5–O1, F3–O1; F4–T6, T6–O2, F4–O2 (рис. 1) осуществлялось с использованием компьютерного энцефалографического комплекса («Нейрокартограф», МБН Москва).



Рисунок 1. Пары электродов для оценки внутриполушарной когерентности используемые в настоящем исследовании (рисунок В.В. Народовой).

Исследовалось влияние кистевого теппинга по авторской методике на коэффициент внутрислоушарной когерентности коры головного мозга у здоровых добровольцев ($n=63$). Медиана возраста составила 43 [23; 55] лет. Спектральный мощностной и когерентный анализ ЭЭГ проводился с использованием компьютерного энцефалографического комплекса («Нейрокартограф», МБН, Москва). Исследование кистевого теппинга проведено с использованием модифицированной авторской методики «Способ воздействия на индивидуальный ритм человека посредством экзогенной ритмической стимуляции» (патент РФ №2606489 от 10.01.2017 г.). Модификация методики заключалась в том, что изучение индивидуального ритма испытуемых проводилось без применения экзогенной ритмической стимуляции (рис. 2). Исследование проводилось в утренние часы в условиях исключения внешних сенсорных раздражителей (громкий звук, яркий свет), присутствия других людей (кроме врача и волонтера) во время проведения методики теппингования. Соблюдался температурный режим окружающей среды в диапазоне 22–25 градусов по Цельсию. Исследование проводилось с открытыми и закрытыми глазами.

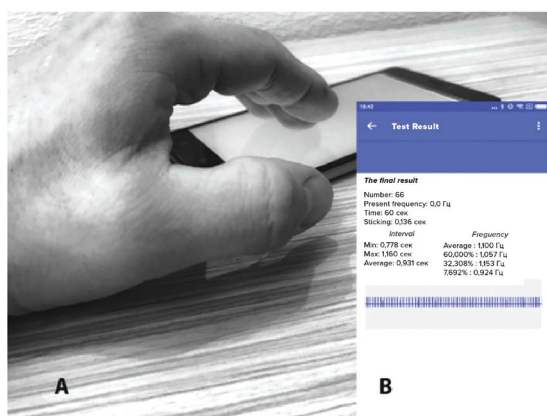


Рисунок 2. Методика «Способ воздействия на индивидуальный ритм человека посредством экзогенной ритмической стимуляции» (патент РФ №2606489): А — общий вид исследования; В — пример результатов кистевого теппинга у здоровых волонтеров.

Методика заключалась в нанесении удара пальцем кисти по поверхности устройства (смартфона Xiaomi, страна производитель Китай на базе Android) с последующей регистрацией временных параметров этого процесса в авторской программе на основе модифицированной методики «Способ воздействия на индивидуальный ритм человека посредством экзогенной ритмической стимуляции» (патент РФ №2606489 от 10.01.2017 г.). В процессе выполнения задания на экране прибора появляется механическая диаграмма, на которой вертикальными штрихами отображаются моменты соприкосновения пальца кисти с экраном оборудования (рис. 1). Мы анализировали следующие параметры: общее количество ударов за одну минуту, среднюю частоту ударов в секунду (Гц), стабильность ритма — удельный вес частоты ударов максимально

приближенной к средней (в процентах), индивидуальный ритм — частота с наибольшим процентом встречаемости в выборке, время задержки последующего удара (в секундах), интервалы между ударами, включая максимальный интервал (секунды), минимальный интервал (секунды), средний интервал (секунды).

Критерии включения в исследование:

- здоровые взрослые;
- подписанное добровольное информированное согласие;
- мужской и женский пол;
- возрастной период: юношеский период (м 17–21 год; ж 16–20 лет); первый период среднего возраста (м 22–35 лет; ж 21–35 лет); второй период среднего возраста (м 36–60 лет; ж 36–55 лет);
- русскоговорящие европейцы.

Критерии исключения из исследования:

- дети и подростки;
- отказ от участия в настоящем исследовании;
- участие в других исследованиях;
- острые и хронические неврологические, психиатрические и эндокринологические заболевания на момент исследования;
- прием алкоголя (2 и более напитков в течение последних 2-х недель);
- употребление наркотических препаратов на момент проведения исследования и в анамнезе.

Статистическую обработку базы данных проводили с применением пакета прикладных программ Statistica (StatSoft, version 10, USA). Все распределения данных оценивались посредством критерия Шапиро-Уилка. В результате исследования были получены непараметрические переменные. Для оценки статистической сопоставимости двух групп использовали критерий Манна-Уитни ($p>0,05$). Определение статистической значимости проводили с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (различия между группами считались статистически значимыми при $p<0,05$).

Волонтеры не получали никакого вознаграждения за участие в настоящем исследовании. Исследователи не получали никакого вознаграждения за проведение настоящего исследования.

Результаты и обсуждения

Когерентный анализ ЭЭГ использован нами как доступная нейрофизиологическая методика, позволяющая выявлять и оценивать взаимосвязи между различными областями головного мозга, поскольку коэффициент когерентности позволяет обнаружить и оценить функциональную деятельность и участие различных областей коры в выполнении определенных функций. На основании изменения коэффициента когерентности (КК) [14] появляется возможность дать количественную оценку уровня интегративной деятельности мозговых структур. При этом КК, являясь мерой когерентного анализа ЭЭГ, может изменяться от 0 до 1: чем выше КК, тем согласованнее функциональная активность и интеграция одной области конвекситальной коры с другой. Нами оценен

КК, отражающий внутриполушарную когерентность до и после проведения кистевого теппинга по авторской методике для оценки роли фронтальной височной и затылочной коры правого и левого полушарий в эмоциональном контроле в норме.

Согласно проведенных исследований показано, что под влиянием кистевого теппинга в состоянии сенсорной депривации (закрытые глаза), статистически значимых изменений внутриполушарной когерентности по тета (табл. 1) и бета (табл. 2) ритмам не найдено ($p > 0,05$).

Однако нами выявлено статистически значимое ($p < 0,05$) повышение внутриполушарной когерентности по альфа ритму в правом полушарии в парах F4–T4 ($p = 0,0000793$) и F4–O2 ($p = 0,01711824$). При этом медиана коэффициента внутриполушарной когерентности до и после теппингования изменялась с 0,27 до 0,315 и с 0,13 до 0,175 соответственно. В то же время, статистически значимых изменений внутриполушарной когерентности в аналогичных парах левого полушария нами не найдено ($p > 0,05$ (табл. 3)).

Полученные нами данные коррелируют с ранее проведенными работами, свидетельствующими о роли височной и затылочной долей правого полушария головного мозга [6] в быстрой и автоматической реакции конвексительной коры на потенциально неприятные раздражители. Повышение внутриполушарной когерентности по альфа ритму в состоянии сенсорной депривации и активация его в процессе кистевого теппинга у здоровых молодых добровольцев в парах F4–T6, F4–O2 коррелирует с работой В. Güntekin и соавт. [15] Данные авторы ранее показали, что по результатам исследования ЭЭГ при отрицательных эмоциях происходит относительная активация альфа-активности в правом полушарии. Подобную закономерность установили также W. Jamal [16].

В результате настоящего исследования, когда кистевой теппинг выполнялся испытуемыми с открытыми глазами, статистически значимые изменения внутриполушарной когерентности по альфа ритму были выявлены только в паре F3–O1 левого полушария ($p = 0,0000147$) (табл. 4).

При этом, как и при исследовании с закрытыми глазами, статистически значимых изменений внутриполушарной когерентности по тета (табл. 5) и бета (табл. 6) ритмам не найдено ни в левом, ни в правом полушарии.

Выявленный нами феномен можно объяснить существующими теориями эмоциональной специализации полушарий головного мозга, выдвинутыми ранее [17]. В частности, выполнение кистевого теппинга здоровыми добровольцами в условиях сенсорной депривации (при закрытых глазах) требовало большего мотивационного контроля и приводило к большей активации коры височной и затылочной долей правого полушария и соответствующему росту внутриполушарной когерентности в парах F4–T6, F4–O2, а при условии выполнения кистевого теппинга при открытых глазах, когда пациенты

Таблица 1
Сравнительная характеристика внутриполушарной когерентности у здоровых добровольцев по тета ритму (закрытые глаза)

Ритмы	Коэффициент когерентности до теппирования			Коэффициент когерентности после теппирования			P
	Me	P25	P75	Me	P25	P75	
Левое полушарие							
F3-T5	0,53	0,345	0,65	0,495	0,355	0,64	0,504
T5-O1	0,72	0,57	0,795	0,72	0,54	0,81	0,891
F3-O1	0,395	0,21	0,52	0,405	0,21	0,535	0,688
Правое полушарие							
F4-T6	0,51	0,28	0,615	0,49	0,32	0,63	0,118
T6-O2	0,68	0,555	0,76	0,69	0,595	0,77	0,099
F4-O2	0,25	0,15	0,405	0,325	0,16	0,435	0,087

Таблица 2
Сравнительная характеристика внутриполушарной когерентности у здоровых добровольцев по бета ритму (закрытые глаза)

Ритмы	Коэффициент когерентности до теппирования			Коэффициент когерентности после теппирования			P
	Me	P25	P75	Me	P25	P75	
Левое полушарие							
F3-T5	0,275	0,165	0,405	0,285	0,165	0,435	0,891
T5-O1	0,565	0,48	0,67	0,585	0,505	0,66	0,340
F3-O1	0,185	0,125	0,3	0,2	0,115	0,32	0,582
Правое полушарие							
F4-T6	0,26	0,165	0,37	0,245	0,18	0,38	0,889
T6-O2	0,56	0,435	0,67	0,58	0,46	0,655	0,589
F4-O2	0,12	0,08	0,255	0,145	0,09	0,28	0,161

Таблица 3
Сравнительная характеристика внутриполушарной когерентности у здоровых добровольцев по альфа ритму (закрытые глаза)

Ритмы	Коэффициент когерентности до теппирования			Коэффициент когерентности после теппирования			P
	Me	P25	P75	Me	P25	P75	
Левое полушарие							
F3-T5	0,285	0,16	0,4	0,305	0,14	0,435	0,693
T5-O1	0,615	0,535	0,71	0,62	0,545	0,735	0,082
F3-O1	0,16	0,1	0,265	0,18	0,105	0,315	0,688
Правое полушарие							
F4-T6	0,27	0,13	0,385	0,315	0,165	0,425	0,0000793
T6-O2	0,67	0,57	0,755	0,69	0,55	0,75	1,00000003
F4-O2	0,13	0,09	0,235	0,175	0,11	0,26	0,01711824

Таблица 4
Сравнительная характеристика внутриполушарной когерентности у здоровых добровольцев по альфа ритму (открытые глаза)

Ритмы	Коэффициент когерентности до теппирования			Коэффициент когерентности после теппирования			P
	Me	P25	P75	Me	P25	P75	
Левое полушарие							
F3-T5	0,42	0,265	0,53	0,41	0,225	0,565	0,063
T5-O1	0,645	0,51	0,745	0,595	0,49	0,735	0,105
F3-O1	0,315	0,21	0,43	0,42	0,27	0,595	0,0000147
Правое полушарие							
F4-T6	0,38	0,225	0,51	0,355	0,215	0,48	0,192
T6-O2	0,61	0,5	0,715	0,6	0,505	0,71	0,893
F4-O2	0,25	0,145	0,335	0,225	0,12	0,34	0,504

Таблица 5
Сравнительная характеристика внутриполушарной когерентности у здоровых добровольцев по тета ритму (открытые глаза)

Рит-мы	Коэффициент когерентности до теппирования			Коэффициент когерентности после теппирования			P
	Me	P25	P75	Me	P25	P75	
Левое полушарие							
F3-T5	0,58	0,42	0,725	0,59	0,46	0,77	1,00000003
T5-O1	0,72	0,61	0,84	0,72	0,605	0,825	0,229
F3-O1	0,43	0,305	0,615	0,42	0,27	0,595	0,358
Правое полушарие							
F4-T6	0,545	0,425	0,64	0,5	0,415	0,64	0,192
T6-O2	0,685	0,54	0,79	0,675	0,53	0,815	0,791
F4-O2	0,32	0,24	0,475	0,3	0,2	0,45	0,118

Таблица 6
Сравнительная характеристика внутриполушарной когерентности у здоровых добровольцев по бета ритму (открытые глаза)

Ритмы	Коэффициент когерентности до теппирования			Коэффициент когерентности после теппирования			P
	Me	P25	P75	Me	P25	P75	
Левое полушарие							
F3-T5	0,305	0,205	0,425	0,29	0,22	0,43	0,192
T5-O1	0,58	0,46	0,665	0,6	0,47	0,67	0,893
F3-O1	0,235	0,155	0,36	0,23	0,165	0,35	0,141
Правое полушарие							
F4-T6	0,26	0,175	0,395	0,255	0,185	0,385	0,895
T6-O2	0,535	0,42	0,645	0,5	0,405	0,635	0,683
F4-O2	0,185	0,12	0,26	0,155	0,12	0,245	0,791



Рисунок 3. Визуализация изменений внутриполушарной когерентности у здоровых добровольцев: А (слева) — при условии закрытых глаз; Б (справа) — при условии открытых глаз (рисунок В. В. Народовой). Примечание: зеленый цвет — отсутствует статистически значимый рост КК; оранжевый цвет — умеренный рост КК; красный цвет — выраженный рост КК.

могли смотреть или не смотреть на работающую кисть, мотивационный контроль был значительно меньше, что не приводило к активации соответствующих областей правого полушария. Напротив, отмечалось повышение когерентности в паре F3–O1 что может быть обусловлено активизацией зрительной коры у правшей в условиях открытых глаз, но без достижения ожидаемого нами клинического эффекта активации правого полушария, играющего важную роль в подавлении негативных эмоций, включая эмоцию страха.

Заключение

Анализируя результаты проведенного нами исследования межполушарной латерализации и динамики внутриполушарной когерентности под влиянием кистевого теппинга по модифицированной авторской методике можно отметить ведущую роль правого полушария головного мозга в контроле негативных эмоций по сравнению с левым. Наше исследование коррелирует с ранее проведенными работами о том, что правое полушарие может играть большую роль в текущей (более быстрой) реакции позитивного и негативного эмоционального ответа и о том, что односторонняя стимуляция правого полушария может способствовать высвобождению «фасилитации» от негативных катастрофических эмоциональных реакций. Таким образом, использование кистевого теппинга по модифицированной авторской методике левой рукой у правшей в состоянии сенсорной депривации перспективно для практического применения в неврологической практике. В частности, это может быть использовано при ведении пациентов с эпилепсией и паническими атаками. Пациент, ранее обученный лечащим врачом, может использовать настоящую методику при возникновении эпилептической ауры, фокальных эпилептических приступов или предвестников панических атак, предварительно установив ее на свой смартфон, однако клиническое применение авторской методики нуждается в детальных исследованиях.

Список литературы:

1. Fusar-Poli P., Placentino A., Carletti F., Allen P., Landi P., Abbamonte M., Barale F., Perez J., McGuire P., Politi P. L. Laterality effect on emotional faces processing: ALE meta-analysis of evidence. *Neurosci. Lett.* — 2009; 452(3): 262–67. DOI: 10.1016/j.neulet.2009.01.065.
2. Prete G., Capotosto P., Zappasodi F., Tommasi L. Contrasting hemispheric asymmetries for emotional processing from event-related potentials and behavioral responses. *Biol. Psychol.* — 2010; 84(3): 451–62. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2009.08.010.
3. Baijal S., Srinivasan N. Emotional and hemispheric asymmetries in shifts of attention: an ERP study. *Cogn. Emot.* — 2011; 25(2): 280–94. DOI: 10.1080/02699931.2010.492719.
4. Pizzagalli D. A., Sherwood R. J., Henriques J. B., Davidson R. J. Frontal brain asymmetry and reward responsiveness: a source-localization study. *Psychol. Sci.* — 2005; 16(10): 805–13.
5. Harmon-Jones E., Gable P. A., Peterson C. K. The role of asymmetric frontal cortical activity in emotion-related phenomena: a review and update. *Biol. Psychol.* — 2010; 84(3): 451–62. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2009.08.010.
6. Narumoto J., Okada T., Sadato N., Fukui K., Yonekura Y. Attention to emotion modulates fMRI activity in human right superior temporal sulcus. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* — 2001. — 12(2). — 225–31.
7. Sato W., Kochiyama T., Yoshikawa S., Naito E., Matsumura M. Enhanced neural activity in response to dynamic facial expressions of emotion: an fMRI study. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* — 2004. — 20(1): 81–91.
8. Gainotti G. Unconscious processing of emotions and the right hemisphere. *Neuropsychologia.* — 2012. — 50(2). — 205–218. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.12.005.
9. Jansari A., Rodway P., Gonçalves S. Identifying facial emotions: valence specific effects and an exploration of the effects of viewer gender. *Brain Cogn.* — 2011; 76(3): 415–23. DOI: 10.1016/j.bandc.2011.03.009.
10. Poole B. D., Gable P. A. Affective motivational direction drives asymmetric frontal hemisphere activation. *Exp. Brain Res.* — 2014; 232(7): 2121–30.
11. von Stein A., Sarnthein J. Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization. *Int. J. Psychophysiol.* — 2000. — 38(3): 301–13. DOI: 10.1016/S0167-8760(00)00172-0.
12. Barbas H. Connections underlying the synthesis of cognition, memory, and emotion in primate prefrontal cortices. *Brain Res. Bull.* — 2000 — 52(5): 319–30.
13. Народова Е. А., Шнайдер Н. А., Народова В. В., Ерахтин Е. Е., Шилкина О. С., Москалева П. В. Влияние тревоги на параметры кистевого теплинга и индивидуальную минуту у здоровых взрослых и пациентов с юношеской миоклонической эпилепсией. *Психосоматические и интегративные исследования* — 2018. — 4: 0404.
14. Иванов А. Б. Состояние внутри- и межполушарной интеграции по данным когерентного анализа ЭЭГ у здоровых детей и при патологии. В кн.: *Материалы международной конференции «Клинические нейронауки: нейрофизиология, неврология, нейрохирургия», V Восточно-Европейской конференции «Эпилепсия и клиническая нейрофизиология», Ялта-Гурзуф, 01–10 июня 2003 г. Гурзуф; — 2003: 32–35.*
15. Güntekin B., Başar E. A review of brain oscillations in perception of faces and emotional pictures. *Neuropsychologia.* — 2014. — 58 — 33–51. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.03.014.
16. Jamal W., Das S., Maharatna K., Pan I., Kuyucu D. Brain connectivity analysis from EEG signals using stable phase-synchronized states during face perception tasks. *Phys. A: Stat. Mech. Appl.* — 2015. — 434: 273–95. DOI: 10.1016/j.physa.2015.03.087.
17. Мордык А. В., Удалова Т. Ю., Пузырева Л. В., Леденева Т. Н., Ситникова С. В. Сравнение личностных особенностей у впервые выявленных больных инфильтративным туберкулезом легких и с сочетанной инфекцией ВИЧ/туберкулез // *Сибирское медицинское обозрение.* — 2015. — №2(92). — С. 68–72.

Для цитирования: Народова Е. А., Шнайдер Н. А., Народова В. В., Ерахтин Е. Е., Карнауков В. Е., Дмитренко Д. В. Влияние кистевого теплинга по авторской методике на динамику внутриполушарной интеграции у здоровых взрослых. *Медицинский алфавит.* 2020; (14):42–47. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-42-47>

For citation: Narodova E. A., Shnyder N. A., Narodova V. V., Erakhtin E. E., Karnaukhov V. E., Dmitrenko D. V. The influence of wrist tapping based on the author's methodology on the dynamics of intrahemispheric integration and 'internal' rhythm in healthy adults. *Medical alphabet.* 2020; (14):42–47. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-42-47>



IV Всероссийская научно-практическая конференция

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ

30-31 октября 2020 | Москва — Уфа |  ONLINE

fdiagnostic.confreg.org

Проксимально-дистальный температурный градиент на кистях рук как тепловизионный признак нарушения углеводного обмена. Варианты, перспективы применения

И. М. Долгов, д.м.н.
М. Г. Воловик, д.б.н.

ООО «Дигносис», Москва

Temperature proximal-to-distal dorsal hand gradient as a thermography signs of altered glucose metabolism. Variations and perspective to use

I. M. Dolgov, M. G. Volovik
Dignosys LLC, Moscow

Резюме

Цель исследования. Изучить значения проксимально-дистального градиента (ПДГ) температуры на тыле кисти у пациентов с диагнозом «сахарный диабет» (СД) и другими нарушениями обмена глюкозы.

Метод. В исследование включены пациенты с нарушением обмена глюкозы любого генеза и давности, находящиеся под амбулаторным наблюдением. Выборка состояла из 120 пациентов, разделенных на три группы: 1 группа — с диагнозами: повышенное содержание глюкозы в крови [R73] и СД 2 типа без осложнений [E11.9] (50 пациентов, из них 30 муж./20 жен., средний возраст $61,5 \pm 11,1$ лет); 2 группа — СД 1 типа [E10] (25 пациентов, из них 7 муж./18 жен., средний возраст $44,4 \pm 13,1$ лет); 3 группа — СД с множественными осложнениями [E11.7] и СД с неуточненными осложнениями [E11.8] (45 пациентов, из них 14 муж./31 жен., средний возраст $62,2 \pm 10,8$ лет). Регистрацию проводили тепловизором «ТВС-300мед» (СИЛАР, Россия) с матрицей 388×360 пикселей и температурной чувствительностью $0,03^\circ\text{C}$. У каждого пациента для правой и левой рук определяли среднюю температуру проксимальных и дистальных фаланг пальцев, на основании которой по каждой кисти рассчитывали проксимально-дистальный градиент (ПДГпр, ПДГлев) посредством вычитания средней температуры дистальных фаланг пальцев из средней температуры проксимальных.

Результаты. Определены два тепловизионных (ТПВ) признака СД: — температура дистальной фаланги выше проксимальной («обратный» ПДГ), который чаще встречался в 1 группе; — температура проксимальной фаланги выше проксимальной «квазинормальный» ПДГ, хотя соотношения температур соответствовало норме, встречался он чаще в группах 2 и 3. Выявлено достоверное ($p < 0,05$) различие средних значений ПДГ между 1 и 3 группами («неосложненное и осложненное течение сахарного диабета») на правой и левой руках соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о наличии на руках ТПВ признаков СД, что открывает перспективы для развития методики ТПВ скрининга этой патологии в определенных группах пациентов и разработки инструмента оценки эффективности терапии: повышение значения ПДГ или ложная «нормализация» показателя могут быть критериями прогрессирования диабета.

Ключевые слова: тепловидение, сахарный диабет, нарушение толерантности к глюкозе (повышенное содержание глюкозы в крови), кисти рук, проксимально-дистальный градиент температуры.

Summary

Aim. To evaluate the temperature proximal-to-distal dorsal hand gradient (PDG) in patients with altered glucose metabolism.

Methods. Analyzed 120 patients with altered glucose metabolism, divided to three groups: group 1 — abnormal glucose tolerance test (R73) and type 2 diabetes mellitus without complications (E11.9) — 50 pts, 30 m/20 f, mean age $61,5 \pm 11,1$, group 2 — Type 1 diabetes mellitus [E10] — 25 pts, 7 m/18 f, mean age $44,4 \pm 13,1$; group 3 — type 2 diabetes mellitus with multiple complications [E11.7] and type 2 diabetes mellitus with unspecified complications [E11.8] — 45 pts, 14 m /31 f., mean age $62,2 \pm 10,8$. Thermal images were shoot by Russian made thermography camera TVS-300med, 388×360 pix, sensitivity $0,03^\circ\text{C}$. PDG calculated as a difference between mean temp of proximal and distal phalanges of 2–5 fingers and estimated for right or left hand separately. **Results.** Two thermography signs were observed: «inverted» PDG, when temperature of distal phalanges is higher than proximal and founded more often in group 1 and «false normal», when temperature of proximal phalanges is higher than distal, and name in this manner, because founded more often in «complicated» groups 2 and 3. Analysis confirmed that group 1 and group 3 pts significantly differed in mean PDG value ($p < 0,05$).

Conclusion. Our results show that thermography examination pointed out variety of dorsal hand signs for altered glucose metabolism and significant difference in mean PDG value for group 1 and 3. Therefore infrared thermography could be suggested as an objective tool for screening and monitoring of disease.

Key words: thermal imaging, diabetes mellitus, abnormal glucose tolerance (altered glucose metabolism), hand, proximal-to-distal temperature gradient.

Введение

Общая численность пациентов с сахарным диабетом (СД) в РФ на 01.01.2019 г. составила 4584575 (3,12% населения РФ, рост численности с 2000 года — в 2,2 раза), в том числе: СД-1 — 5,6% (256,2 тыс.), СД-2 — 92,4% (4,24 млн.). Однако и эти цифры недооценивают истинные масштабы неинфекционной «эпидемии», поскольку в регистре фиксируются только выявленные случаи заболевания. Так, по данным националь-

ного эпидемиологического исследования «NATION», доля не выявленного СД-2 в РФ в среднем составляет 54%. Таким образом, фактическая распространенность СД-2 при активном скрининге по уровню гликированного гемоглобина (HbA1c) почти в 2 раза выше регистрируемой и может достигать в РФ 8–9 млн. человек. Эти данные еще раз подчеркивают необходимость государственных мер, направленных на разработку программ активного раннего выявления СД в группах риска [5].

Безальтернативным методом постановки диагноза является определение содержания глюкозы и гликозилированного гемоглобина в крови. В то же время, прогрессирующие симптомы диабетической ангио- и нейропатии, особенно на ранних стадиях, когда они еще не приносят существенных страданий, выявляются сложнее: лазерная доплеровская флоуметрия и нейромиография не относятся к рутинным методам, а оценка нарушений различных видов чувствительности имеет сугубо субъективный характер.

Очень удобным, простым в использовании и объективным методом визуализации, в том числе, минимальных нейрососудистых нарушений является медицинское тепловидение. Поиск в базе данных «Pubmed» [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed] по ключевым словам '(Thermography) OR (Thermal imaging) AND (Diabetes)' во всех областях на глубину до 1967 года (с выхода первой известной нам публикации [12]) дал 318 работ (с добавлением отечественных авторов), и только за период с 2010 по 2020 годы обнаружил 197 исследований (рис. 1). Для сравнения приводим гистограмму распределения по годам публикаций на данную тему из статьи [20]. Авторы, проанализировав данные по 154 работам, пришли к выводу, что на момент исследования (2017) отсутствует специальная база данных медицинских тепловизионных (ТПВ) изображений для диабетической нейропатии и сосудистых расстройств. Возможно, несмотря на большое количество публикаций, это и есть причина, по которой в авторитетном современном обзоре методов ранней диагностики диабетической периферической нейропатии тепловидение отсутствует [29]. Не упомянуто оно и в российских «Клинических рекомендациях по диагностике и лечению синдрома диабетической стопы» 2015 года [3], хотя актуальность запроса обнаруживается в указании при осмотре стоп и голеней «пальпаторно определить их температуру (холодные, теплые, горячие)» и в наличии в списке литературы ряда известных апологетов медицинского тепловидения (Armstrong D. G., Frykberg R. G., Lavery L. A., Higgins K. R.).

Анализ причин такого положения, в целом для метода проведенный нами в работе [3], а также результаты собственных исследований последних лет побудили нас изучить возможность диагностики нарушения углеводного обмена по ТПВ картине рук. Это тем более актуально, что подавляющее большинство ТПВ исследований в диагностике нарушения

углеводного обмена посвящены температурным нарушениям на нижних конечностях, связанным с риском развития синдрома диабетической стопы. По-нашему же мнению, возможности скрининга СД, в том числе его ранних стадий развития по ТПВ феноменам на верхних конечностях находят все более убедительное обоснование в многочисленных клинических, лабораторных и экспериментальных данных о патогенезе СД и в накопленной базе данных ТПВ исследований.

Для нормы, принятой в современном медицинском тепловидении, характерно:

— симметричное распределение температур на всех сегментах конечностей и отсутствие разницы температур более $0,4^{\circ}\text{C}$ между отдельными пальцами и между одноименными фалангами на разных пальцах;

— положительный проксимально-дистальный градиент (ПДГ) температур, когда имеется относительно плавное и умеренное их снижение от проксимальных сегментов кисти (фаланг пальцев) к дистальным [14, 22, 26, 27]. (рис. 2).

Цель исследования

Изучить значения проксимально-дистального градиента температуры на тыле кисти у пациентов с диагнозом «сахарный диабет» и другими нарушениями обмена глюкозы.

Материалы и методы

Критерий включения в исследование — пациенты с нарушением обмена глюкозы любого генеза и давности, находящиеся под амбулаторным наблюдением. Выборка состояла из 120 пациентов с диагнозами: повышенное содержание глюкозы в крови (код по МКБ-10 [R73]) — 15, СД-1 [E10] — 25, СД-2 без осложнений [E11.9] — 35, СД с множественными осложнениями [E11.7] и СД с неуточненными осложнениями [E11.8] — 45 человек.

Пациенты были объединены в три группы: 1 группа — с диагнозами [R73] и [E11.9] (50 пациентов, из них 30 муж./20 жен., средний возраст $61,5 \pm 11,1$ лет); 2 группа — [E10] (25 пациентов, из них 7 муж./18 жен., средний возраст $44,4 \pm 13,1$ лет); 3 группа — [E11.7] и [E11.8] (45 пациентов, из них 14 муж./31 жен., средний возраст $62,2 \pm 10,8$ лет).

Регистрацию проводили тепловизором «ТВС-300мед» (СИЛАР, Россия) с матрицей 388×360 пикселей и температурной чувствительностью $0,03^{\circ}\text{C}$. Перед съемкой пациент с открытыми кистями рук находился в течение 10 мин.

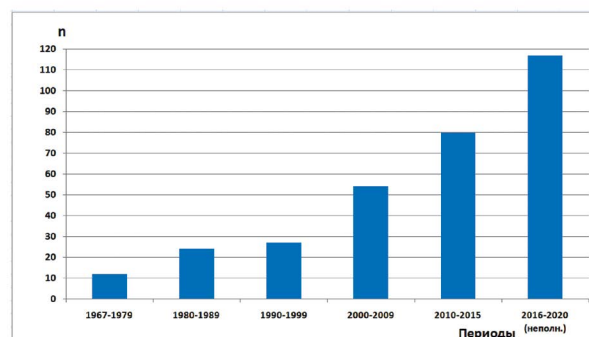
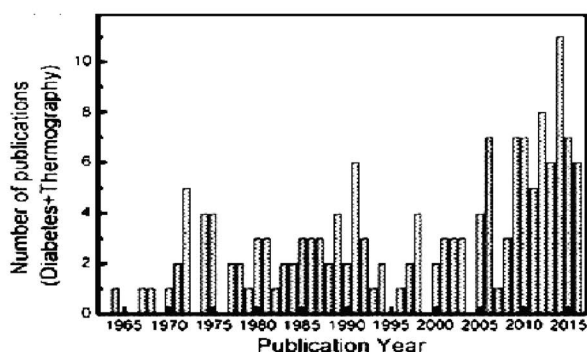


Рисунок 1. Динамика публикационной активности по применению тепловидения в диагностике СД, n/год: слева — из работы [20], справа — по результатам нашего поиска в базе «PubMed».

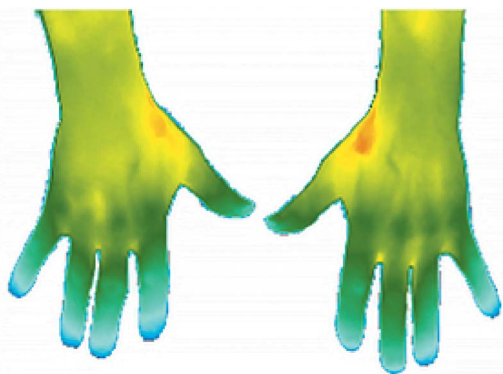


Рисунок 2. Тепловизионное изображение тыла кистей здорового человека. ПДГ на правой кисти $+0,6^{\circ}\text{C}$, на левой $+0,7^{\circ}\text{C}$.

в помещении с температурой $22\text{--}24^{\circ}\text{C}$ (адаптация), при этом запрещались активные движения в кистях и пальцах и контакт с объектами. Исследование проводили в положении «стоя» на фоне неотражающей поверхности. Кадр включал тыл кистей и предплечий до границы их средней и нижней трети. Заполнение термограммы объектом составляло не менее 50%.

Разметку изображения выполняли согласно поставленным задачам (проксимальные и дистальные фаланги 2–5 пальцев обеих кистей) (рис. 3).

У каждого пациента для правой и левой рук определяли среднюю температуру проксимальных и дистальных фаланг пальцев, на основании которой по каждой кисти рассчитывали проксимально-дистальный градиент (ПДГ_{пр}, ПДГ_{лев}) посредством вычитания средней температуры дистальных фаланг пальцев из средней температуры проксимальных.

Значения ПДГ представлены в виде $M \pm SD$. Статистический анализ данных выполняли в пакете IBM SPSS. Проверку нормальности распределения значений ПДГ проводили по критерию Колмогорова-Смирнова. Поскольку все исследуемые показатели имели нормальное распределение, для оценки различий средних значений ПДГ между группами применяли t-критерий Стьюдента для независимых выборок.

Результаты

В изученных группах выявлены два варианта значений ПДГ:

— отрицательное, когда температура дистальных фаланг была выше температуры проксимальных («обратный» ПДГ) (рис. 4),

— положительное («квазинормальный» ПДГ), когда температура дистальных фаланг была ниже температуры проксимальных (рис. 5).

«Обратный» ПДГ чаще встречался в 1 группе (СД–2 без осложнений), «квазинормальный» — у пациентов 2 группы (СД–1) и 3 группы (СД–2 с осложненным течением) (табл. 1). Средние значения ПДГ в группах представлены в табл. 2. При анализе средних значений попарно в группах по t-критерию Стьюдента для независимых выборок, достоверная разница ($p < 0,05$) по правой и левой рукам выявлена для групп 1 и 3.

Обсуждение

Сахарный диабет (СД) — это группа метаболических (обменных) заболеваний, характеризующихся хронической гипергликемией, которая является результатом нарушения секреции инсулина, действия инсулина или обоих этих факторов [18]. Хроническая гипергликемия при СД сопровождается повреждением, дисфункцией и недостаточностью различных органов и систем, прежде всего нервных волокон, сердца и кровеносных сосудов, глаз, почек.

Не ставя перед собой задачу глубокого изложения патогенеза, считаем необходимым акцентировать внимание на аспектах, важных для тепловидения, а именно на температуре кожного покрова кистей рук как отражении патологических изменений в микрососудах, неизбежно возникающих в процессе развития диабета.

Симпатическая кожная реакция и, соответственно, температура кожи, как правило, регулируется через постганглионарные немиелинизированные тонкие волокна [24]. В случае СД симпатические нейропатии приводят к открытию артериовенозных шунтов в акральных зонах и увеличению притока крови к коже [15]. Во многих исследованиях описаны нарушения ПДГ у диабетиков из-за повышенной температуры кожи стоп, что объясняется артериовенозным шунтирующим кровотоком и является ранним показателем диабетической нейропатии [6, 13, 25, 28]. Симптом «горячих стоп» патогномоничен преимущественно для нейропатической формы синдрома диабетической стопы, а при ишемической и смешанной (нейроишемической) формах термограммы характеризуются дистальной гипотермией с резкой границей и высоким перепадом температур [4, 23]. В расшифровке механизмов формирования этих нарушений несомненно полезными окажутся дальнейшие углубленные комплексные исследования патофизиологии форм и стадий развития СД.

Диабетическая нейропатия поражает крупные и мелкие волокна, влияя на температурную дискриминацию и сенсорные функции. Степень периферической нейропатии увеличивается с возрастом или длительностью диабета [11]. В дебюте диабетической нейропатии температура кожи повышена, тогда как на более поздних стадиях значения температуры в пораженных участках снижаются по сравнению с нормой из-за значительного повреждения сосудов [10]. О том, что стопы с повышенной температурой кожи у диабетиков считаются

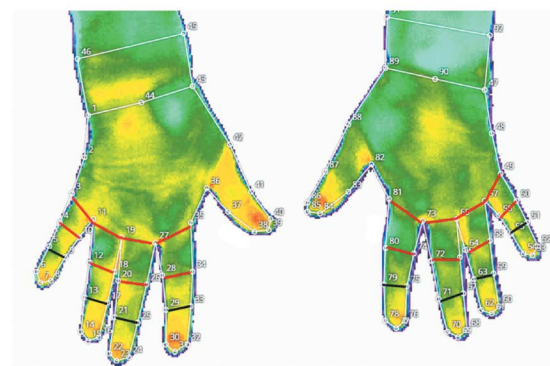


Рисунок 3. Разметка областей интереса на тыльной стороне кистей. Между красными линиями — зона проксимальных фаланг, дистальнее черных линий — зона дистальных фаланг.

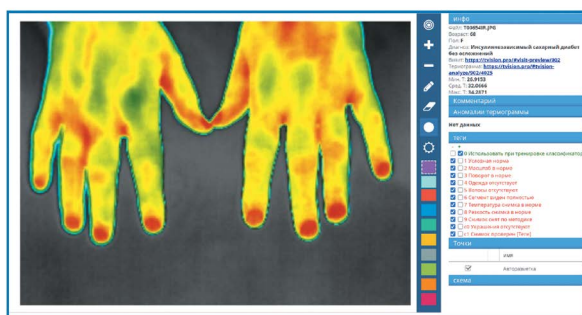


Рисунок 4. Термограмма кистей пациента (жен., 68 лет). Диагноз: СД 2 типа без осложнений [E11.9]. «Обратный» ПДГ: справа минус 1,1°C, слева минус 1,0°C. Гликемия 6–7–8,2 ммоль, гликированный гемоглобин 6,8%.

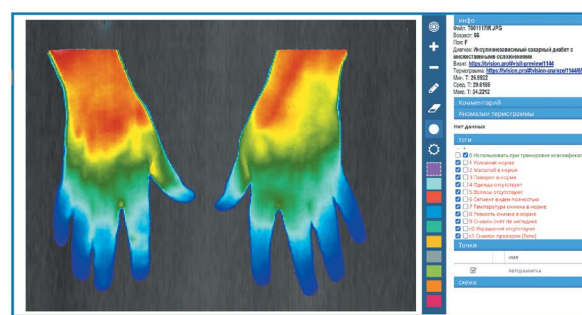


Рисунок 5. Термограмма кистей пациента (жен., 66 лет). Диагноз: СД первого типа [E10] с декомпенсацией: диабетическая полинейропатия. «Квазинормальный» ПДГ: справа +1,2°C, слева +1,1°C. Гликемия 7,5–12 ммоль, гликированный гемоглобин 8,7%.

показателем ранней диабетической нейропатии, и тепловидение надежно в ее оценке, свидетельствуют многие другие работы [8, 9, 16, 21].

Существуют достаточные доказательства того, что полинейропатия тонких волокон может предшествовать СД, вовлекая верхние конечности в патологический процесс [1, 17]. Из-за большей уязвимости мало- и немиелинизированных нервных волокон к метаболическим изменениям их повреждения при гипергликемии могут проявляться раньше и менее выражено, чем сенсорно-моторные нейропатии [7].

Несмотря на противоречивость данных о нарушениях в капиллярном звене при диабетической микроангиопатии, большинство авторов сходится в том, что выраженность этих изменений коррелирует со стадией развития СД и степенью компенсации. Важно отметить, что на пальцах рук капилляров больше, чем на пальцах ног [19].

Опираясь на приведенные выше факты, можно предположить, что развитие патологии приведет к изменению нормального соотношения температур проксимальных и дистальных фаланг пальцев на руках. У пациентов с нарушением глюкозного обмена в результате патофизиологических изменений можно ожидать превышения температуры дистальных фаланг над проксимальными («инверсия ПДГ») в начальных (не исключено, что и в доклинических), стади-

ях заболевания. В дальнейшем по мере прогрессирования заболевания или при тяжелом течении процесса возможно возвращение к условно нормальному ПДГ, который можно назвать «квазинормальным», поскольку он является, скорее всего, свидетельством не восстановления, а углубления периферической ангионейропатии с последующим переходом к ишемизации дистальных отделов (что более характерно для нижних конечностей).

Следовательно, у пациентов с нарушением обмена глюкозы можно ожидать появления двух вариантов термопаттерна: «обратный ПДГ» и «квазинормальный ПДГ», — что, вероятно, зависит от длительности и тяжести нарушений, и, несомненно, должно явиться предметом углубленного изучения.

И действительно, оба эти варианта обнаружены у исследованных пациентов. При этом, согласно высказанным предположениям, вариант «инверсии» существенно чаще фиксировали у пациентов 1 группы (88%), второй вариант, — чаще во второй (у 32% пациентов) и третьей (18%) группах с более тяжелыми проявлениями болезни.

Важность выявленной достоверной разницы средних значений ПДГ между группами пациентов с неосложненным и осложненным течением СД, с нашей точки зрения, состоит в том, что измеряемый цифровой показатель, определение которого не зависит ни от опыта и навыков исследователя,

Таблица 1
Распределение вариантов ПДГ на кистях рук

	1 группа (n=50)		2 группа (n=25)		3 группа (n=45)	
	Пр. рука	Лев. рука	Пр. рука	Лев. рука	Пр. рука	Лев. рука
«Квазинормальный» ПДГ	6 (12%)	5 (10%)	8 (32%)	8 (32%)	8 (18%)	8 (18%)
«Обратный» ПДГ	44 (88%)	45 (90%)	17 (68%)	17 (68%)	37 (82%)	37 (82%)

Таблица 2
Средние значения ПДГ на пальцах рук в группах пациентов (°C)

	1 группа	2 группа	3 группа
ПДГ пр.	-0,75±0,61	-0,39±0,9	-0,44±0,69
ПДГ лев.	-0,71±0,54	-0,27±0,94	-0,37±0,64

ни от субъективных ощущений пациента, может быть маркером определенной стадии и способен отразить тенденцию течения болезни: повышение значения ПДГ у конкретного пациента, согласно полученным данным, может отражать переход к более тяжелому, осложненному течению диабета.

Таким образом:

— полученные данные подтверждают высказанные предположения о существовании на руках ТПВ признаков нарушения обмена глюкозы в виде отличных от принятой нормы проксимально-дистальных температурных градиентов;

— оценка численного значения ПДГ (сохранение «обратного» градиента, его повышение или трансформация в «квазинормальный») может быть полезной при оценке тяжести течения инсулиннезависимого СД и эффективности проводимого лечения.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о наличии на руках ТПВ признаков СД, что открывает перспективы для развития методики ТПВ скрининга этой патологии в определенных группах пациентов и разработки инструмента оценки эффективности терапии: повышение значения ПДГ или ложная «нормализация» показателя могут быть критериями прогрессирования заболевания.

Представленные данные, разумеется, не отражают всего спектра вопросов ТПВ диагностики СД. Для верификации результатов и изучения ТПВ признаков в различных возрастных и клинических группах, безусловно, требуется продолжение исследования.

Список литературы:

- Белова А.Н., Кудыкин М.Н., Шейко Г.Е. Диабетическая периферическая нейропатия: эпидемиология, патогенез, клиника, диагностика, лечение // Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова. 2016;24(4):139–151. doi:10.23888/pavlovj20164139–151.
- Воловик М.Г., Долгов И.М. Современные возможности и перспективы развития медицинского тепловидения // Медицинский алфавит. 2018;3(25):45–51.
- Дедов И.И., Токмакова А.Ю., Егорова Д.Н., Галстян Г.Р. Клинические рекомендации по диагностике и лечению синдрома диабетической стопы. М., 2015. 17 с.
- Павлов Ю.И. Характеристика параметров кровотока при различных формах синдрома диабетической стопы // Ангиология и сосудистая хирургия 2005;11(3):21–25.
- Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В. и др. Эпидемиология сахарного диабета в Российской Федерации: что изменилось за последнее десятилетие? // Терапевтический архив. 2019;91(10):4–13. doi:10.26442/00403660.2019.10.000364.
- Ahmad J. The diabetic foot // *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*. 2016;10:48–60. doi:10.1016/j.dsx.2015.04.002
- Albers J.M., Hermann W.H., Pop-Bususi R. et al. Subclinical neuropathy at trial completion possible predictors of incident neuropathy? // *Diabetes Care*. 2007;30(10):2613–18. <http://dx.doi.org/10.2337/dc07-0850>.
- Astasio-Picado Á., Escamilla Martínez E., Gómez-Martín B. Comparison of thermal foot maps between diabetic patients with neuropathic vascular neurovascular and no complications // *Current Diabetes Reviews* 2019; 15 (6): 503–509. doi:10.2174/1573399815666190206160711.
- Bagavathiappan S., Philip J., Jayakumar T. et al. Correlation between Plantar Foot Temperature and Diabetic Neuropathy: a case study by using an infrared thermal imaging technique // *J Diabetes Sci Technol*. 2010 Nov;4(6):1386–1392. doi:10.1177/193229681000400613.
- Bharara M., Cobb J.E., Claremont D.J. Thermography and thermometry in the assessment of diabetic neuropathic foot: a case for furthering the role of thermal techniques // *Int J Low Extrem Wounds*. 2006;5:250–260. doi:10.1177/1534734606293481.
- Bharara M., Schoess J., Armstrong D.G. Coming events cast their shadows before: detecting inflammation in the acute diabetic foot and the foot in remission // *Diabetes Metab Res Rev*. 2012;28(1):15–20. doi:10.1002/dmrr.2231.
- Bränemark P.I., Fagerberg S.E., Langer L., Save-Söderbergh J. Infrared thermography in diabetes mellitus. A preliminary study // *Diabetologia*. 1967 Dec 1; 3 (6): 529–532. <https://doi.org/10.1007/BF01213572>.
- Frykberg R.G., Gordon I.L., Reyzelman A.M. et al. Feasibility and efficacy of a smart mat technology to predict development of diabetic plantar ulcers // *Diabetes Care*. 2017;40:973–980. doi:10.2337/dc16-2294.
- Gatt A., Formosa C., Cassar K. et al. Thermographic patterns of the upper and lower limbs: baseline data // *Int. J. Vasc. Med.*, 2015;15:831369. doi:10.1155/2015/831369.
- Guimarães C.M.D.de Sá, Balbino L.F., Brioschi M.L. Imagens infravermelhas na avaliação do pé diabético // *Surg Cosmet Dermatol*. Rio de Janeiro, abr-jun. 2018;10(2):116–120. doi: <http://www.dx.doi.org/10.5935/scd1984-8773.20181021154> [in Portugal].
- Harding J.R., Wertheim D.F., Williams R.J. et al. Infrared Imaging in Diabetic Foot Ulceration // *European Journal of Thermology*. October 1988;8:145–149. doi:10.1109/IEMBS.1998.745591.
- Hauer J.L., Boland O.M., Ewing D.J., Clarke B.F. Hand skin blood flow in diabetic patients with autonomic neuropathy and microangiopathy // *Diabetes Care*. 1991;14(10):897–902. doi:10.2337/diacare.14.10.897
- IDF diabetes atlas (IDF-2019), 9th ed. International Diabetes Federation, 2019. 176 pp.
- Jung P., Trautinger F. Capillaroscopy of toes // *Dtsch Dermatol Ges*. 2013;11(9):855–866. doi:10.1111/ddg.12117.
- Lahiri B., Bagavathiappan, Raj B., Philip J. Infrared Thermography for Detection of Diabetic Neuropathy and Vascular Disorder. In: *Application of Infrared to Biomedical Sciences, Series in BioEngineering*. E.Y.K.Ng and M.Etehadtavakol (eds.). Springer, Verlag, 2017. pp. 217–247. doi:10.1007/978-981-10-3147-2_13.
- Lavery L.A., Petersen B.J., Linders D.R. et al. Unilateral remote temperature monitoring to predict future ulceration for the diabetic foot in remission // *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2019;7(1):e000696. doi:10.1136/bmjdc-2019-000696.
- Macdonald A., Petrova N., Ainarkar S. et al. Thermal symmetry of healthy feet: a precursor to a thermal study of diabetic feet prior to skin breakdown // *Physiol. Meas*. 2017;38(1):33–44. doi:10.1088/1361-6579/38/1/33.
- Renéro C.F.-J. The abrupt temperature changes in the plantar skin thermogram of the diabetic patient: looking in to prevent the insidious ulcers // *Diabetic Foot & Ankle*. 2018;9:1,1430950. doi:10.1080/2000625x.2018.1430950.
- Shahani B.T., Halperin J.J., Boulu P., Cohen J. Sympathetic skin response — A method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1984;47:536–542. doi:10.1136/jnnp.47.5.536.
- Uccioli L., Mancini L., Giordano A. et al. Lower limb arterio-venous shunts, autonomic neuropathy and diabetic foot // *Diabetes Res Clin Pract*. 1992;16:123–130. doi:10.1016/0168-8227(92)90083-4.
- Uematsu S., Edwin D.H., Jankel W.R. et al. Quantification of thermal asymmetry. Part 1: Normal values and reproducibility // *J Neurosurg*. 1988;69:552–555. doi:10.3171/jns.1988.69.4.0552.
- Vardasca R., Ring E.F.J., Plassmann P., Jones C.D. Thermal symmetry of the upper and lower extremities in healthy subjects // *Thermology International* 2012;22(2):53–60.
- Watkins P.J. The diabetic foot // *Br Med J*. 2003;326:977–979. doi:10.1136/bmj.326.7396.977.
- Yang Z., Zhang Y., Chen R. et al. Simple tests to screen for diabetic peripheral neuropathy // *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018, Issue 7. Art. No.: CD010975. doi:10.1002/14651858.cd010975.pub2

Для цитирования: Долгов И.М., Воловик М.Г. Проксимально-дистальный температурный градиент на кистях рук как тепловизионный признак нарушения углеводного обмена. Варианты, перспективы применения. Медицинский алфавит. 2020; (25):48–52. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-48-52>

For citation: Dolgov I.M., Volovik M.G. Temperature proximal-to-distal hand gradient as a thermography signs of altered glucose metabolism. Variations and perspective to use. Medical alphabet. 2020; (25):48–52. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-48-52>



МЕДИЦИНСКИЙ ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ДИГНОСИС»[®]

для скрининг-диагностики и
мониторинга лечения заболеваний

на базе высокочувствительного
медицинского тепловизора российского
производства **«ТВС300-мед»**

и

отечественного многоуровневого,
многофункционального комплекса
программ **«TVision»*** с облачной
архитектурой, технологиями телемедицины,
с возможностями: ручной и автоматической
съемки пациента в заданных проекциях;
программной обработки и анализа
термограмм; формирования протоколов по
результатам ТПВ обследований.



*Свидетельство Роспатента о государственной
регистрации программы для ЭВМ № 2018616903



Производитель ООО «ДИГНОСИС»
г. Москва, Ленинский проспект, д.146, офис 344.
Тел. +7(495) 508 0646 +7(916) 124 7499
www.dignosys.com info@dignosys.com



Медицинский алфавит

Научный рецензируемый общероссийский журнал для специалистов, включен в Перечень ВАК, состоит из тематических ежеквартальных серий. Каждая серия имеет свой редсовет, главного редактора и распространение. Тираж 15 000 экз.

Наши серии

- «Стоматология» — гл. редактор академик Кулаков А. А.
- «Современная поликлиника» — гл. редактор Орлова Н. В.
- «Неотложная медицина» — гл. редактор Евдокимов Е. А.
- «Эпидемиология и гигиена» — гл. редактор академик Акимкин В. Г.
- «Современная лаборатория» — гл. редактор Щербо С. Н.
- «Кардиология» — гл. редактор Оганов Р. Г.
- «Современная Гинекология» — гл. редактор Балан В. Е.
- «Диагностика и онкотерапия» — гл. редактор Артамонова Е. В.
- «Практическая гастроэнтерология» — гл. редактор Минушкин О. Н.
- «Обозрение» — гл. редактор Ермолов А. С.
- «Неврология и психиатрия» — гл. редактор Голубев В. Л.
- «Современная функциональная диагностика» — гл. редактор Берестень Н. Ф.
- «Артериальная гипертензия» — гл. редактор Барбараш О. Л.
- «Ревматология» — гл. редактор Бабаева А. Р.
- «Дерматология» — гл. редактор Круглова Л. С.



Издательство медицинской литературы «Альфмед»

г. Москва, 129515, а/я 94. Тел.: +7 (495) 616-48-00, +7 (495) 221-76-48

E-mail: medalfavit@mail.ru , www.medalfavit.ru, www.med-alphabet.com

Аппаратно-программный комплекс для объемной сфигмографии ABI-system 100 с интеллектуальной системой поддержки принятия врачебных решений ABI Assist

Аппаратно-программный комплекс представляет собой готовое решение для автоматизации первичного сосудистого скрининга у пациентов с артериальной гипертонией, сахарным диабетом, обструктивным атеросклерозом, некоторыми пороками развития сердечно-сосудистой системы, нарушениями сердечного ритма.

Данный комплекс обеспечивает автоматическую первичную сосудистую диагностику, используя базу знаний, основанную на физиологической,

патофизиологической, эпидемиологической и клинической моделях кардиоваскулярных заболеваний, феноменах сегментарного изменения параметров артериального давления, сократительных и проводящих свойств артериальных сосудов при различных кардиоваскулярных патологиях.

Аппаратно-программный комплекс в режиме реального времени обрабатывает входящую информацию, формирует и передает на рабочее место врача текстово-графическое

заключение, одновременно оповещая администратора или врача-эксперта по почтовым протоколам или смс о выявленной патологии, что позволяет оперативно администрировать те или иные клинические ситуации.

Высокая эффективность комплекса ABI Assist System в медицинской практике обусловлена трансфером экспертных медицинских знаний до уровня врач-пациент, что качественно улучшает результаты работы ЛПУ в области первичного сосудистого скрининга.

ABI-SYSTEM 100

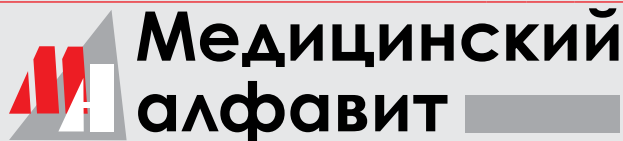
АППАРАТ ДЛЯ ОБЪЁМНОЙ СФИГМОГРАФИИ



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

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

БЛАНК-ЗАКАЗ на подписку на журнал 2020 год



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

Адрес (с почтовым индексом) _____

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

- ☐ «Медицинский алфавит. Стоматология» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Стоматология» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Современная лаборатория» — 2 выпуска в год (900 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Эпидемиология» — 2 выпуска в год (900 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Обозрение» — 2 выпуска в год (900 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Неотложная медицина» — 2 выпуска в год (900 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Диагностика и онкотерапия» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Современная поликлиника» — 2 выпуска в год (900 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Кардиология» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Практическая гастроэнтерология» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Неврология и психиатрия» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Современная гинекология» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Современная функциональная диагностика» — 4 выпуска в год (1 800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Артериальная гипертензия» — 2 выпуска в год (800 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Дерматология» — 2 выпуска в год (900 руб. в год)
- ☐ «Медицинский алфавит». Серия «Ревматология в общей врачебной практике» — 2 выпуска в год (900 руб. в год)
- ☐ Спецвыпуск: «Эндокринология»
- ☐ Спецвыпуск: «Урология»

Наш индекс в каталоге
«РОСПЕЧАТЬ» 36228

Извещение	ООО «Альфмед» (наименование получателя платежа) 7716213348 (ИНН получателя платежа) Рс № 40702810738090108773 (номер счета получателя платежа) ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ» г. МОСКВА (наименование банка и банковские реквизиты) К/с 30101810400000000225 БИК 044525225 Годовая подписка на журнал «Медицинский алфавит. _____» на 2020 год (наименование платежа)
	Дата _____ Сумма платежа _____ Платательщик (подпись) _____ Адрес доставки: _____
Квитанция	ООО «Альфмед» (наименование получателя платежа) 7716213348 (ИНН получателя платежа) Рс № 40702810738090108773 (номер счета получателя платежа) ПАО «СБЕРБАНК РОССИИ» г. МОСКВА (наименование банка и банковские реквизиты) К/с 30101810400000000225 БИК 044525225 Годовая подписка на журнал «Медицинский алфавит. _____» на 2020 год (наименование платежа)
	Дата _____ Сумма платежа _____ Платательщик (подпись) _____ Адрес доставки: _____

Как подписаться

1. Заполнить прилагаемый бланк-заказ и квитанцию об оплате. 2. Оплатить квитанцию в любом отделении Сбербанка у кассира с получением кассового чека. Журналы высылаются по указанному в квитанции или бланке адресу. 3. Отправить бланк-заказ и скан квитанции с кассовым чеком, выданным кассиром банка на e-mail: medalfavit_pr@bk.ru, или podpiska_ma@mail.ru. Оплата через банки-онлайн издательством временно не принимается и будет возвращена на Ваш счет.



**НОВОЕ ИМЯ
ПРОВЕРЕННОЕ КАЧЕСТВО
ДОКАЗАННАЯ НАДЕЖНОСТЬ
НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ АППАРАТУРЫ
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ФВД и КПНТ**

VYNTUS



МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ

ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КЛИНИК ЛЮБОГО МАСШТАБА

www.medsystems.ru

info@medsystems.ru



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.

