

**Васильцева О.Я., Уранов А.Е., Едемский А.Г., Кливер Е.Н., Гранкин Д.С., Сирота Д.А., Романов А.Б., Чернявский А.М.**

## ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКОЙ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, 630055, Новосибирск, Россия

*Представление о тактике ведения лиц с легочной гипертензией (ЛГ) различной этиологии в настоящее время формируется. В августе 2022 г. Европейским обществом кардиологов приняты новые рекомендации по ведению пациентов с легочной гипертензией. Отдельную когорту среди них представляют пациенты с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией (ХТЭЛГ), которых относят к 4-й группе по классификации ВОЗ. Возможности диагностики, методы лечения этой патологии и их доступность за последние два десятилетия значительно расширились. Цель работы: познакомить врачей с современными методами лечения ХТЭЛГ для своевременного направления пациентов на наиболее эффективные виды лечения, доступные в настоящее время в экспертных центрах Российской Федерации. Материал и методы. Стратегия поиска источников заключалась в анализе баз данных Medline (PubMed), Scopus за последние 20 лет по ключевым словам: критерии диагностики хронической тромбоэмболической легочной гипертензии, лечение хронической тромбоэмболической легочной гипертензии. Для поиска дополнительных материалов по теме публикации анализировали списки литературы соответствующих статей и обзоров.*

**Ключевые слова:** хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия; лечение хронической тромбоэмболической легочной гипертензии; критерии диагностики хронической тромбоэмболической легочной гипертензии.

**Для цитирования:** Васильцева О.Я., Уранов А.Е., Едемский А.Г., Кливер Е.Н., Гранкин Д.С., Сирота Д.А., Романов А.Б., Чернявский А.М. Лечение пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией. *Клиническая медицина*. 2023;101(7–8):361–367. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-7-8-361-367>

**Для корреспонденции:** Уранов Алексей Евгеньевич — e-mail: [uranov\\_a@meshalkin.ru](mailto:uranov_a@meshalkin.ru)

**Vasiltseva O.Ya., Uranov A.E., Edemskiy A.G., Kliver E.N., Grankin D.S., Sirota D.A., Romanov A.B., Chernyavskiy A.M.**

### TREATMENT OF PATIENTS WITH CHRONIC THROMBOEMBOLIC PULMONARY HYPERTENSION

E.N. Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, 630055, Novosibirsk, Russia

*The understanding of the tactics for managing patients with pulmonary hypertension (PH) of various etiologies is currently being developed. In August 2022, the European Society of Cardiology adopted new Guidelines for the management of patients with pulmonary hypertension. A separate cohort among them consists of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH), classified as Group 4 according to the WHO classification. The possibilities of diagnosis, treatment methods, and their availability for this pathology have significantly expanded over the past two decades. The aim of this study is to familiarize physicians with modern methods of treating CTEPH in order to timely refer patients to the most effective types of treatment currently available in expert centers in the Russian Federation. Materials and methods. The strategy for searching sources involved analyzing Medline (PubMed) and Scopus databases for the past 20 years using keywords such as diagnostic criteria for chronic thromboembolic pulmonary hypertension, treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. To search for additional materials on the topic, the lists of literature in relevant articles and reviews were analyzed.*

**Keywords:** chronic thromboembolic pulmonary hypertension; treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension; diagnostic criteria for chronic thromboembolic pulmonary hypertension.

**For citation:** Vasiltseva O.Ya., Uranov A.E., Edemskiy A.G., Kliver E.N., Grankin D.S., Sirota D.A., Romanov A.B., Chernyavskiy A.M. Treatment of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Klinicheskaya meditsina*. 2023;101(7–8):361–367. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2023-101-7-8-361-367>

**For correspondence:** Alexey E. Uranov — e-mail: [uranov\\_a@meshalkin.ru](mailto:uranov_a@meshalkin.ru)

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments.** The study had no sponsorship.

Received 10.03.2023

Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (ХТЭЛГ), которая относится к 4-й группе легочной гипертензии (ЛГ) по классификации ВОЗ, может развиваться при тромботическом поражении сосудов системы легочной артерии различного калибра [1]. Однако помимо прямой обструкции кровотока в формировании тромбоэмболической легочной гипертензии предполагается участие нейрогуморальных факторов [2]. Ча-

стота встречаемости тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) оценивается как 100–200 случаев на 100 000 населения [3]. Частота исхода ТЭЛА в ХТЭЛГ, по данным разных авторов, значительно варьирует и составляет от 0,4 до 14,7% [2, 4–9]. Факторы, способствующие развитию легочной тромбоэмболии и формированию тромбоэмболической гипертензии, по очевидным причинам частично совпадают [10]. ХТЭЛГ нередко скрывается

в клинической практике под маской ишемической болезни сердца, хронической обструктивной болезни легких, хронической сердечной недостаточности и других состояний, сопровождающихся одышкой. В среднем между появлением первых симптомов и установлением диагноза в экспертном центре проходит около 14 мес. [11]. Важно, что лица с ХТЭЛГ представляют потенциально излечимую группу пациентов. Своевременное направление их в экспертное учреждение и персонализированный подход к стратегии лечения, определяемый центром с большим опытом ведения подобной патологии, позволяет не только значительно улучшить качество жизни, но и существенно увеличить ее продолжительность, что было наглядно продемонстрировано рядом исследований [12–16].

### Гемодинамические критерии ХТЭЛГ

В 2018 г. на VI Всемирном симпозиуме в Ницце было предложено изменить диагностический критерий ЛГ, в том числе легочной артериальной гипертензии (ЛАГ), в виде снижения величины среднего давления в легочной артерии (сДЛА)  $\geq 25$  мм рт. ст. до  $\geq 20$  мм рт. ст. [17]. Это предложение нашло отражение в новых европейских рекомендациях (2020 г.) по врожденным порокам сердца у взрослых [18]. В августе 2022 г. Европейским обществом кардиологов приняты новые рекомендации по ведению пациентов с легочной гипертензией, согласно которым гемодинамическими критериями легочной гипертензии, в том числе постэмболической, предлагается считать сДЛА  $\geq 20$  мм рт. ст. и легочное сосудистое сопротивление (ЛСС)  $> 160$  дин $\times$ с $\times$ см $^{-5}$  (выше 2 ЕД Вуда) [19].

В то же время, согласно евразийским и российским клиническим рекомендациям [20, 21], действующим на территории России, гемодинамическими критериями принадлежности к 4-й группе ЛГ являются сДЛА  $\geq 25$  мм рт. ст., давление заклинивания легочных артерий  $\leq 15$  мм рт. ст. и ЛСС  $> 240$  дин $\times$ с $\times$ см $^{-5}$  (выше 3 ЕД Вуда) в сочетании с доказанными ангиографически стойкими тромботическими препятствиями в легочном русле на фоне непрерывного приема антикоагулянтов не менее 3 мес. после эпизода тромбоза легочной артерии [12].

В отсутствие лечения ХТЭЛГ десятилетняя выживаемость зависит от сДЛА. Если сДЛА составляет 31–40 мм рт. ст., выживаемость составляет около 50%. В случае сДЛА 41–50 мм рт. ст. — выживаемость 20%, в случаях, когда сДЛА 50 мм рт. ст. и более — выживаемость около 5% [22].

### Современные стратегии лечения хронической тромбэмболической легочной гипертензии

Лечение этой патологии быстро развивается. В настоящее время оно включает хирургические и консервативные направления. К хирургическим методам лечения относят: легочную эндартерэктомию (ЛЭЭ), баллонную ангиопластику (БАП), радиочастотную абляцию (РЧА) легочных артерий, трансплантацию легкого/легких или комплекса сердце–легкие.

### Открытое хирургическое вмешательство (легочная эндартерэктомия)

Лечением первой линии ХТЭЛГ является ЛЭЭ. Возможность ее проведения должна рассматриваться у каждого пациента с ЛГ тромбэмболического генеза. Летальность в результате операции в специализированных центрах, в которых выполняется более 50 ЛЭЭ в год, составляет не более 3,5% [23]. При условии выполнения 11–50 операций летальность достигает 4,5%. При совершении менее 11 операций в год летальность возрастает до 7,4%. Соответственно, выполнение ЛЭЭ должно проводиться только в центрах с большим опытом [24]. Решение об операбельности больного принимает мультидисциплинарная команда на основании хирургической доступности тромбов и коморбидной патологии пациента. Оперативное лечение проводится в условиях глубокой гипотермии и искусственного кровообращения. Для признания пациента неоперабельным необходимо заключение не менее двух независимых экспертных центров [25].

В РФ ведущими центрами, выполняющими ЛЭЭ, являются ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России. Крайне важно наличие в учреждениях, выполняющих ЛЭЭ, не только опытных в отношении ХТЭЛГ сердечно-сосудистых хирургов и кардиологов, но также службы анестезиологии и реанимации, перфузиологии (в том числе имеющих опыт использования экстракорпоральной мембранной оксигенации), а также специалистов в области лучевой и ультразвуковой диагностики, ориентированных на ХТЭЛГ.

Показаниями к оперативному вмешательству являются верифицированный диагноз ХТЭЛГ, ФК II–IV по NYHA при ЛСС  $> 300$  дин $\times$ с $\times$ см $^{-5}$ , при этом сДЛА  $> 25$  мм рт. ст. (при физической нагрузке  $> 30$ – $35$  мм рт. ст.) [25]. Выполнение ЛЭЭ можно также рассматривать у пациентов, имеющих одышку, при сДЛА  $< 25$  мм рт. ст., если проксимальная обструкция ветвей легочной артерии снижает толерантность к физической нагрузке. Такое состояние получило название тромбэмболическая болезнь. Она развивается, как правило, у молодых людей с хорошими компенсаторными возможностями [26, 27].

Противопоказаниями являются хирургически недоступная обструкция легочных артерий, заболевания легких с выраженными изменениями вентиляционных показателей, тяжелые заболевания печени, сопровождающиеся нарушением коагуляции, заболевания почек с тяжелой степенью почечной недостаточности, заболевания и состояния, которые приводят к повышенному риску геморрагических осложнений, а также невозможность проведения искусственного кровообращения с циркуляторным арестом (острый коронарный синдром, инфаркт мозга, выраженный стеноз брахиоцефальных артерий, новообразования головного мозга) [25].

### **Рентгенэндоваскулярное лечение (баллонная ангиопластика легочных артерий)**

Для лечения ХТЭЛГ используются также рентгенэндоваскулярные методы — БАП, или чрескожная транслюминальная ангиопластика легочных артерий, история применения которой начинается с 1990-х годов. В настоящее время она широко применяется при лечении легочной гипертензии тромбоэмболического генеза в ряде экспертных центров [28–30]. БАП следует выполнять у неоперабельных пациентов с ХТЭЛГ с целью улучшения прогноза. Она может применяться в качестве предоперационной подготовки к ЛЭЭ при ЛСС более 1500 дин $\times$ с $\times$ см $^{-5}$ , у лиц с неоперабельной ХТЭЛГ, резидуальной ЛГ после выполнения ЛЭЭ [21]. Основными противопоказаниями являются острые состояния, а также сопутствующая патология в стадии декомпенсации. В отличие от лечения стеноза коронарных артерий, при лечении ЛГ нет необходимости в проведении стентирования в связи с тем, что отсутствуют данные о рестенозах легочных артерий. Однако существуют отдельные ситуации, когда обсуждается установка стента во время проведения БАП. Необходимость стентирования обусловлена «феноменом упругой отдачи или эластического возврата» (elastic recoil phenomenon), который делает классическую процедуру ангиопластики без стентирования неэффективной в связи с повторным сужением артерии [31].

В России впервые процедуру выполнили 01.12.2014 г. в ФГБУ «НМИЦК им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России. В настоящее время она также выполняется рутинно в ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России и ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России. В ряде случаев в реальной клинической практике БАП выполняют в центрах без возможности выполнения ЛЭЭ, но с достаточным опытом эндоваскулярных вмешательств. Следует подчеркнуть, что в таких случаях очень важно, чтобы эти пациенты предварительно были консультированы опытными в отношении ХТЭЛГ сердечно-сосудистыми хирургами и кардиологами экспертных центров, чтобы не было превышения показаний для БАП у больных с проксимальным поражением легочной артерии.

### **Радиочастотная абляция легочных артерий**

Радиочастотная абляция (РЧА) легочных артерий — еще один инвазивный метод лечения легочной гипертензии. Он пока не введен в повседневную клиническую практику. Продолжается изучение целевых групп, определение эффективности и безопасности процедуры. Первое клиническое исследование с применением РЧА при ЛГ — PADN-1 — выполнено S.L. Chen и соавт. [32]. Продолжение исследования опубликовано в 2015 г. [33]. С апреля 2012 г. по апрель 2014 г. наблюдались 66 пациентов с ЛГ, подвергнутые РЧА. Осложнений, связанных с процедурой, не отмечено. Снижение среднего давления в легочной артерии минимум на 10% было достигнуто у 94% пациентов. Средний прирост в тесте с 6-минутной

ходьбой (Т6МХ) составил 94 м. Зарегистрировано 8 (12%) летальных исходов, 6 (9%) были связаны с идиопатической легочной гипертензией.

В 2014 г. проведена первая РЧА легочной артерии в РФ в ФГБУ «НМИЦК им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России у больных с идиопатической легочной гипертензией. В исследование включено 3 пациента, через год значимого улучшения достигнуто не было [34]. В 2016 г. в ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» проведено исследование РЧА при резидуальной ХТЭЛГ [35]. Впервые проведена РЧА 16 пациентам с резидуальной ЛГ после ЛЭЭ. Летальных исходов и осложнений не было. При этом сДЛА у лечившихся уменьшилось с 37,3 до 24,6 мм рт. ст., сопротивление сосудов малого круга — с 672,5 до 386 дин $\times$ с $\times$ см $^{-5}$ , Т6МХ увеличился с 428 до 448 м. В ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России проведено рандомизированное клиническое исследование (РКИ), целью которого было определить эффективность и безопасность РЧА у пациентов с резидуальной ХТЭЛГ после процедуры ЛЭЭ, включившее с 01.08.2015 г. по 31.12.2016 г. 50 пациентов. Исследуемые разделены на две группы: группу лечения РЧА (25 человек) и группу лечения риоцигуатом (25 человек). Наблюдение продолжалось до февраля 2018 г. В группе РЧА уменьшение сДЛА более 10 мм рт. ст. сразу после процедуры было достигнуто у 18 (72%) пациентов. В конце наблюдения среднее снижение сопротивления сосудов малого круга составило  $258 \pm 135$  дин $\times$ с $\times$ см $^{-5}$ . В группе медикаментозного лечения среднее снижение ЛСС составило  $149 \pm 73$  дин $\times$ с $\times$ см $^{-5}$  [25].

Таким образом, на основании имеющихся данных РЧА легочных артерий наиболее эффективна при лечении резидуальной ЛГ после ЛЭЭ. Противопоказаниями к ее проведению являются острые состояния, а также стадия декомпенсации имеющейся у пациента сопутствующей патологии [25].

### **Трансплантация легких**

Благодаря наличию эффективных методов лечения, трансплантация легких при ведении лиц с ХТЭЛГ используется редко. Смертность после трансплантации составляет около 20% независимо от типа трансплантации. Пятилетняя выживаемость после процедуры — около 50% [36, 37]. Дефицит донорских органов, необходимость пожизненного приема иммуносупрессантов делают трансплантацию лечением последней линии [38].

Показаниями к применению являются неоперабельная или резидуальная ХТЭЛГ ФК IV по NYHA при неэффективности тройной ЛАГ-специфической терапии и невозможности проведения эндоваскулярного лечения [7, 21]. Противопоказания: ожидаемая продолжительность жизни менее одного года, тяжелая коморбидная патология и ряд других состояний.

### **Консервативное лечение**

К консервативным методам лечения ХТЭЛГ относятся мероприятия общего порядка и медикаментозная терапия. В медикаментозном лечении выделяют поддер-

живающую и специфическую терапию. К поддерживающей относится применение антикоагулянтов, диуретиков, сердечных гликозидов. В случае развития анемии применяются препараты железа [21]. Отдельной задачей является лечение хронической сердечной недостаточности правых отделов сердца, развивающейся на фоне хронической тромбоэмболической легочной гипертензии.

В качестве специфической лекарственной терапии ХТЭЛГ используется представитель группы растворимой гуанилатциклазы — риоцигуат. Его эффективность убедительно доказана в РКИ CHEST-1 и CHEST-2. Систематический прием препарата пациентами с неоперабельной ХТЭЛГ, а также с рецидивирующей или персистирующей ХТЭЛГ после хирургического лечения привел к увеличению Т6МХ, снижению ЛСС, функционального класса хронической сердечной недостаточности, уровня NT-proBNP [37]. За год лечения риоцигуатом у 86% пациентов не наблюдалось ухудшения течения заболевания [39].

Другой ЛАГ-специфический ингаляционный препарат — илопрост — показал свою эффективность у пациентов с ХТЭЛГ в РКИ AIR-1 [40]. С 2010 г. он одобрен для лечения среднетяжелой и тяжелой форм ЛАГ и неоперабельных форм ХТЭЛГ в нашей стране. В настоящее время ингаляционный илопрост является препаратом 2-й линии для лечения ХТЭЛГ. Его успешное применение для контроля резидуальной ЛГ после операции ЛЭЭ требует дальнейшего изучения [41].

В исследовании BENEFIT неселективный антагонист эндотелиновых рецепторов бозентан показал положительное влияние на гемодинамику пациентов с неоперабельной ХТЭЛГ. Однако улучшения толерантности к физической нагрузке при его применении не отмечалось [42].

Антагонист рецепторов эндотелина-1 мацитентан у пациентов с неоперабельной ХТЭЛГ исследован в РКИ MERIT-1. На фоне терапии было показано снижение ЛСС, увеличение Т6МХ, снижение уровня NT-proBNP [43].

По результатам исследования селективный ингибитор фосфодиэстеразы 5 силденафил при неоперабельной ХТЭЛГ улучшал гемодинамику и продемонстрировал некоторое увеличение Т6МХ [44].

Агонист рецепторов простаглицина — селексиап — исследован в РКИ GRIPHON [45]. Он зарегистрирован в России в августе 2019 г. для лечения легочной артериальной гипертензии. Место препарата в лечении ХТЭЛГ еще предстоит изучить.

Таким образом пока бозентан, мацитентан, силденафил, селексиап не зарегистрированы как препараты для лечения ХТЭЛГ на территории РФ. Тем не менее их применение рассматривается в случаях, когда с помощью терапии 1-й и 2-й линии ХТЭЛГ не удается получить значимый эффект и добиться стабилизации или улучшения состояния пациента [21].

Мероприятия общего порядка включают проведение занятий по психосоциальной адаптации пациентов с ХТЭЛГ. У данной когорты больных часто развиваются тревожно-депрессивные состояния. Рекомендована вак-

цинопрофилактика гриппа и пневмококковой инфекции. При снижении сатурации ниже 91% применяется оксигенотерапия.

### Обсуждение

Амбициозная цель в лечении ХТЭЛГ, к которой стремятся в настоящее время команды экспертных центров, — функциональное восстановление легочного сосудистого русла, нормализация показателей ЛСС и давления в легочной артерии, возвращение камер сердца к нормальным размерам и, как следствие, адаптация пациента к прежним уровням толерантности к физической нагрузке. По данным ведущих оперирующих центров мира, такого возвращения показателей удастся достичь у 60–80% пациентов [15, 16, 46].

По мнению ведущих экспертов, мультимодальный подход в ведении пациентов с посттромбоэмболической легочной гипертензией является предпочтительным и наиболее обоснован. Каждый из представленных методов лечения при взвешенном подходе к использованию убедительно показал свою эффективность. Их грамотное сочетанное применение может значительно повысить результаты лечения, привести к снижению легочного сосудистого сопротивления и давления в легочной артерии, улучшению газообмена и сатурации.

Возможности открытого оперативного вмешательства — легочной эндартерэктомии — как «золотого стандарта» в лечении лиц с ХТЭЛГ должны рассматриваться в первую очередь. Продемонстрировано успешное применение БАП в качестве подготовки пациентов с высоким ЛСС к проведению открытого оперативного вмешательства, а также проведение рентгенэндоваскулярного лечения легочных артерий после ЛЭЭ при сохранении у пациента резидуальной (остаточной) легочной гипертензии. Однако показано, что использование медикаментозного лечения в качестве «моста к ЛЭЭ» может также приводить к неоправданному удлинению дооперационного периода, задержке перед радикальным оперативным лечением и вследствие этого ухудшению прогноза [7]. Следовательно, «механическое» сочетание известных вариантов воздействия на болезнь пользы пациенту не приносит.

При этом значительные коррективы в тактику ведения лиц с ХТЭЛГ вносят не только топика тромботического поражения и гемодинамические характеристики конкретной клинической ситуации. Серьезными ограничениями применения хирургических методов лечения являются общее физическое состояние пациента и сопутствующая патология.

### Заключение

Таким образом, в настоящее время мы обладаем целым спектром методов лечения ХТЭЛГ. Их своевременное и сочетанное использование может значительно улучшить течение заболевания и увеличить продолжительность жизни пациентов. Серьезным потенциалом для дальнейшего прогресса в лечении представляются возможности поиска оптимальной комбинации этих ме-

тодов лечения, которые требуют дальнейшего изучения в отношении как времени, так и последовательности применения у пациентов с ХТЭЛГ для получения наилучшего результата.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Simonneau G., Galiè N., Rubin L.J., Langenbein D., Seeger W., Domenighetti G., Gibbs S., Lebec D., Speich R., Beghetti M., Rich S., Fishman A. Clinical classification of pulmonary hypertension. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004;43(12):5–12. DOI: 10.1016/j.jacc.2004.02.037
2. Simonneau G., Torbicki A., Dorfmüller P., Kim N. The pathophysiology of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Eur. Respir. Rev.* 2017;26:160112. DOI: 10.1183/16000617.0112-2016
3. Giordano N.J., Jansson P.S., Young M.N., Hagan K.A., Kabrhel C. Epidemiology, pathophysiology, stratification, and natural history of pulmonary embolism. *Tech. Interv. Radiol.* 2017;20:135–140. DOI: 10.1053/j.tvir.2017.07.002
4. Zhang M., Wang N., Zhai Z., Zhang M., Zhou R., Liu Y., Yang Y. Incidence and risk factors of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after acute pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *J. Thorac. Dis.* 2018;10(8):4751–63. DOI: 10.21037/jtd.2018.07.106
5. Pengo V., Lensing A.W.A., Prins M.H., Marchiori A., Davidson B.L., Tiozzo F., Albanese P., Biasiolo A., Pegoraro C., Iliceto S., Prandoni P. Thromboembolic Pulmonary Hypertension Study Group. Incidence of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after pulmonary embolism. *N. Engl. J. Med.* 2004;350(22):2257–64. DOI: 10.1056/nejmoa032274
6. Becattini C., Agnelli G., Pesavento R., Silingardi M., Poggio R., Taliani M.R., Ageno W. Incidence of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after a first episode of pulmonary embolism. *Chest.* 2006;130(1):172–5. DOI: 10.1378/chest.130.1.172
7. Ende-Verhaar Y.M., Cannegieter S.C., Noordegraaf A.V., Delcroix M., Pruszczyk P., Mairuhu A.T.A., Huisman M.V., Klok F.A. Incidence of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after acute pulmonary embolism: a contemporary view of the published literature. *Eur. Respir. J.* 2017;49(2):1601792. DOI: 10.1183/13993003.01792-2016
8. Escribano-Subias P., Blanco I., López-Meseguer M., Lopez-Guarch C.J., Roman A., Morales P., Castillo-Palma M.J., Segovia J., Gómez-Sánchez M.A., Barberá J.A. REHAP investigators. Survival in pulmonary hypertension in Spain: insights from the Spanish registry. *Eur. Respir. J.* 2012;40(3):596–603. DOI: 10.1183/09031936.00101211
9. Condliffe R., Kiely D.G., Gibbs J.S.R., Corris P.A., Peacock A.J., Jenkins D.P., Hodgkins D., Goldsmith K., Hughes R.J., Sheares K., Tsui S.S.L., Armstrong I.J., Torpy C., Crackett R., Carlin C.M., Das C., Coghlan J.G., Pepke-Zaba J. Improved outcomes in medically and surgically treated chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2008;177(10):1122–7. DOI: 10.1164/rccm.200712-1841OC
10. Васильцева О.Я., Едемский А.Г., Гранкин Д.С., Кливер Е.Н., Чернявский А.М. Путь от тромбэмболии легочной артерии к хронической тромбэмболической легочной гипертензии: факторы риска. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2021;25(3):11–19. [Vasil'tseva O.Ya., Edemskiy A.G., Grankin D.S., Kliver E.N., Chernyavskiy A.M. The way from acute pulmonary embolism to chronic thromboembolic pulmonary hypertension: risk factors. *Circulation pathology and cardiac surgery.* 2021;25(3):11–19. (In Russian)]. DOI: 10.21688/1681-3472-2021-3-11-19
11. Pepke-Zaba J., Delcroix M., Lang I., Mayer E., Jansa P., Ambroz D., Treacy C., D'Armini A.M., Morsolini M., Snijder R., Bresser P., Torbicki A., Kristensen B., Lewczuk J., Simkova I., Barbera J.A., de Perrot M., Hoepfer M.M., Gaine S., Speich R., Gomez-Sanchez M.A., Kovacs G., Hamid A.M., Jais X., Simonneau G. Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension (CTEPH): Results From an International Prospective Registry. *Circulation.* 2011;124(18):1973–1981. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015008
12. Wilkens H., Konstantinides S., Lang I.M., Bunck A.C., Gerges M., Gerhardt F., Grgic A., Grohé C., Guth S., Held M., Hinrichs J.B., Hoepfer M.M., Klepetko W., Kramm T., Krüger U., Lankeit M., Meyer B.C., Olsson K.M., Schäfers H.-J., Schmidt M., Seyfarth H.-J., Ulrich S., Wiedenroth C.B., Mayer E. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH): updated recommendations from the Cologne Consensus Conference 2018. *International Journal of Cardiology.* 2018;272:69–78. DOI: 10.1016/j.ijcard.2018.08.079
13. Cannon J.E., Su L., Kiely D.G., Page K., Toshner M., Swietlik E., Treacy C., Ponnaberanam A., Condliffe R., Sheares K., Taboada D., Dunning J., Tsui S., Ng C., Gopalan D., Screation N., Elliot C., Gibbs S., Howard L., Corris P., Lordan J., Johnson M., Peacock A., MacKenzie-Ross R., Schreiber B., Coghlan G., Dimopoulos K., Wort S.J., Gaine S., Moledina S., Jenkins D.P., Pepke-Zaba J. Dynamic risk stratification of patient long-term outcome after pulmonary endarterectomy: results from the United Kingdom National Cohort. *Circulation.* 2016;133:1761–71. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019470
14. Tromeur C., Jais X., Mercier O., Couturad F., Montani D., Savale L., Jevnikar M., Weatherald J., Sitbon O., Parent F., Fabre D., Mussot S., Darteville P., Humbert M., Simonneau G., Fadel E. Factors predicting outcome after pulmonary endarterectomy. *PLoS One.* 2018;13:e0198198. DOI: 10.1371/journal.pone.0198198
15. Skoro-Sajer N., Marta G., Gerges C., Hlavín J., Nierlich P., Taghavi S., Sadushi-Kolici R., Klepetko W., Lang I.M. Surgical specimens, haemodynamics and long-term outcomes after pulmonary endarterectomy. *Thorax.* 2014;69:116–22. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2013-203746
16. Delcroix M., Lang I., Pepke-Zaba J., Jansa P., D'Armini A.M., Snijder R., Bresser P., Torbicki A., Mellekjaer S., Lewczuk J., Simkova I., Barberá J.A., de Perrot M., Hoepfer M.M., Gaine S., Speich R., Gomez-Sanchez M.A., Kovacs G., Jais X., Ambroz D., Treacy C., Morsolini M., Jenkins D., Lindner J., Darteville P., Mayer E., Simonneau G. Long-term outcome of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: results from an International Prospective Registry. *Circulation.* 2016;133:859–71. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016522
17. Kim N.H., Delcroix M., Jais X., Madani M.M., Matsubara H., Mayer E., Ogo T., Tapon V.F., Ghofrani H.A., Jenkins D.P. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Eur. Respir. J.* 2019;53:1801915. DOI: 10.1183/13993003.01915-2018
18. Baumgartner H., De Backer J., Babu-Narayan S.V., Budts W., Chessa M., Diller G.P., Lung B., Klün J., Lang I.M., Meijboom F., Moons P., Mulder B.J.M., Oechslin E., Roos-Hesselink J.W., Schwertmann M., Sondergaard L., Zeppenfeld K. ESC Scientific Document Group: 2020 ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease. *European Heart Journal.* 2020. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa554
19. Humbert M., Kovacs G., Hoepfer M.M., Badagliacca R., Berger R.M.F., Brida M., Carlsen J., Coats A.J.S., Escribano-Subias P., Ferrari P., Ferreira D.S., Ghofrani H.A., Giannakoulas G., Kiely D.G., Mayer E., Meszaros G., Nagavci B., Olsson K.M., Pepke-Zaba J., Quint J.K., Rådegran G., Simonneau G., Sitbon O., Tonia T., Toshner M., Vachiery J.L., Noordegraaf A.V., Delcroix M., Rosenkranz S. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: Developed by the task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS). Endorsed by the International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) and the European Reference Network on rare respiratory diseases (ERN-LUNG). *European Heart Journal.* 2022;43(38):3618–3731. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac237
20. Авдеев С.Н., Барбараш О.Л., Баутин А.Е., Волков А.В., Веселова Т.Н., Галевич А.С., Гончарова Н.С., Горбачевский С.В., Данилов Н.М., Еременко А.А., Мартынюк Т.В., Моисеева О.М., Саидова М.А., Сергиенко В.Б., Симакова М.А., Стукалова О.В., Чазова И.Е., Чернявский А.М., Шалаев С.В., Шмальц А.А., Царева Н.А. Легочная гипертензия, в том числе хроническая тромбэмболическая легочная гипертензия. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал.* 2021;26(12):4683. [Avdeev S.N., Barbarash O.L., Bautin A.E., Volkov A.V., Veselova T.N., Galyavich A.S., Goncharova N.S., Gorbachevsky S.V., Danilov N.M., Eremenko A.A., Martynyuk T.V., Moiseeva O.M., Saidova M.A., Sergienko V.B., Simakova M.A., Stukalova O.V., Chazova I.E., Chernyavskiy A.M., Shalaev S.V., Shmalts A.A., Tsareva N.A. 2020 Clinical practice guidelines for Pulmonary hypertension, including chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Russian Journal of Cardiology.* 2021;26(12):4683. (In Russian)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4683

21. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В., Валиева З.С., Азизов В.А., Акчурин Р.С., Аншелес А.А., Васильцева О.Я., Веселова Т.Н., Галывич А.С., Горбачевский С.В., Данилов Н.М., Едемский А.Г., Зелвеян П.А., Лазарева И.В., Матчин Ю.Г., Мершин К.В., Мукаров М.А., Наконечников С.Н., Саидова М.А., Сарыбаев А.Ш., Сергиенко В.Б., Стукалова О.В., Филиппов Е.В., Чернявский А.М., Чернявский М.А., Шалаев С.В., Шмальц А.А. Евразийские рекомендации по диагностике и лечению хронической тромбоэмболической легочной гипертензии (2020). *Евразийский кардиологический журнал*. 2021;(1):6–43. [Chazova I.E., Martynyuk T.V., Valieva Z.S., Azizov V.A., Akchurin R.S., Ansheles A.A., Vasil'tseva O.Y., Veselova T.N., Galyavich A.S., Gorbachevsky S.V., Danilov N.M., Edemskiy A.G., Zelveyan P.A., Lazareva I.V., Matchin Yu.G., Mershin K.V., Mukarov M.A., Nakonechnikov S.N., Saidova M.A., Sarybaev A.S., Sergienko V.B., Stukalova O.V., Filippov E.V., Chernyavsky A.M., Chernyavsky M.A., Shalaev S.V., Shmalts A.A. Eurasian association of cardiology (EAC) guidelines for the diagnosis and treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension (2020). *Eurasian heart journal*. 2021;(1):6–43. (In Russian)]. DOI: 10.38109/2225-1685-2021-1-6-43
22. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В., Акчурин Р.С., Чернявский А.М., Мершин К.В., Данилов Н.М., Матчин Ю.Г., Драненко Н.Ю., Захарова М.А., Иофин А.И., Косолапова В.И., Калимуллина Г.Х., Лукьянчикова В.Ф., Филиппов Е.В. Клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической тромбоэмболической легочной гипертензии. (I ЧАСТЬ). *Терапевтический архив*. 2016;88(9):90–101. [Chazova I.E., Martynyuk T.V., Akchurin R.S., Chernyavsky A.M., Mershin K.V., Danilov N.M., Matchin Y.G., Dranenko N.Y., Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. (PART I). *Terapevticheskii arkhiv*. 2016;88(9):90–101. (In Russian)]. DOI: 10.17116/terarkh201688990-101
23. Madani M.M., Auger W.R., Pretorius V., Sakakibara N., Kerr K.M., Kim N.H., Fedullo P.F., Jamieson S.W. Pulmonary endarterectomy: recent changes in a single institution's experience of more than 2,700 patients. *Ann. Thorac. Surg.* 2012;94:97–103. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2012.04.004
24. Poli D., Grifoni E., Antonucci E., Arcangeli C., Prisco D., Abbate R., Miniati M. Incidence of recurrent venous thromboembolism and of chronic thromboembolic pulmonary hypertension in patients after a first episode of pulmonary embolism. *J. Thromb. Thrombolysis*. 2010;30:294–299. DOI: 10.1007/s11239-010-0452-x
25. Чернявский А.М., Едемский А.Г., Новикова Н.В., Пак Н.Т., Нарциссова Г.П., Завадовский К.В., Гуля М.О., Шаяхметова С.В., Каменская О.В., Гранкин Д.С., Чернявский М.А., Дерягин М.Н., Шмырев В.А., Корнилов И.А., Романов А.Б., Кливер Е.Н., Иванов С.Н.; под общ. ред. А.М. Чернявского. Хирургическое лечение хронической тромбоэмболической легочной гипертензии. ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России. Новосибирск. Изд-во СО РАН. 2019:318. [Chernyavsky A.M., Edemskiy A.G., Novikova N.V., Pak N.T., Nartsissova G.P., Zavadvoskiy K.V., Gulya M.O., Shayakhmetova S.V., Kamenskaya O.V., Granin D.S., Chernyavsky M.A., Deryagin M.N., Shmyrev V.A., Kornilov I.A., Romanov A.B., Kliver E.N., Ivanov S.N.; under total ed. A.M. Chernyavsky. Surgical treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. E. Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation. Novosibirsk: Publishing House SB RAS. 2019:318. (In Russian)]. ISBN 978-5-7692-1665-7
26. Claessen G., La Gerche A., Wielandts J.Y., Bogaert J., Van Cleemput J., Wuyts W., Claus P., Delcroix M., Heidebuchel H. Exercise pathophysiology and sildenafil effects in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Heart*. 2015;101(8):637–44. DOI: 10.1136/heartjnl-2014-306851
27. Mahmud E., Madani M.M., Kim N.H., Poch D., Ang L., Behnamfar O., Patel M.P., Auger W.R. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension: evolving therapeutic approaches for operable and inoperable disease. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018;71:2468–2486. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.04.009
28. Feinstein J.A., Goldhaber S.Z., Lock J.E., Ferndandes S.M., Landzberg M.J. Balloon pulmonary angioplasty for treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Circulation*. 2001;103:10–13. DOI: 10.1161/01.cir.103.1.10
29. Karyofyllis P., Papadopoulou V., Voudris V., Matsubara H. Balloon pulmonary angioplasty in patients with thromboembolic pulmonary hypertension. *Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med.* 2018;20(2):13. DOI: 10.1007/s11936-018-0604-4
30. Mizoguchi H., Ogawa A., Munemasa M., Mikouchi H., Ito H., Matsubara H. Refined balloon pulmonary angioplasty for inoperable patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2012;5:748–755. DOI: 10.1161/circinterventions.112.971077
31. Darocha S., Pietura R., Banaszkiwicz M., Pietrasik A., Kownacki L., Torbicki A., Kurzyrna M. Balloon Pulmonary Angioplasty with Stent Implantation as a Treatment of Proximal Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension. *Diagnostics*. 2020;10:363. DOI: 10.3390/diagnostics10060363
32. Chen S.L., Zhang F.F., Xu J., Xie D.J., Zhou L., Nguyen T., Stone G.W. Pulmonary artery denervation to treat pulmonary arterial hypertension: the single-center, prospective, first-in-man PADN-1 study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013;62:1092–1100. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.075
33. Chen S.L., Zhang H., Xie D.J., Zhang J., Zhou L., Rothman A.M.K., Stone G.W. Hemodynamic, functional, and clinical responses to pulmonary artery denervation in patients with pulmonary arterial hypertension of different causes: phase II results from the Pulmonary Artery Denervation-1 study. *Circ. Cardiovasc. Interv.* 2015;8:e002837. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.002837
34. Фешченко Д.А., Руденко Б.А., Шаноян А.С., Драпкина О.М., Концевая А.В., Гаврилова Н.Е., Шукуров Ф.Б., Васильев Д.К. Легочная денервация в лечении легочной гипертензии: этапы развития метода и опыт клинического применения. *Российский кардиологический журнал*. 2019;(12):162–168. [Feshchenko D.A., Rudenko B.A., Shanoyan A.S., Drapkina O.M., Kontsevaya A.V., Gavrilova N.E., Shukurov F.B., Vasil'ev D.K. Pulmonary Artery Denervation for Pulmonary Hypertension: stages of development and clinical experience. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;24(12):162–168. (In Russian)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2019-12-162-168
35. Чернявский А.М., Едемский А.Г., Новикова Н.В., Романов А.Б., Артеменко С.Н., Руденко Б.А., Таркова А.Р. Применение радиочастотной абляции легочной артерии при лечении резидуальной легочной гипертензии после легочной эндартерэктомии. *Кардиология*. 2018;58(4):15–21. [Chernyavskiy A.M., Edemskiy A.G., Novikova N.V., Romanov A.B., Artemenko S.N., Rudenko B.A., Tarkova A.R. Radiofrequency Pulmonary Artery Denervation Ablation for Treatment of Residual Pulmonary Hypertension After Pulmonary Endarterectomy. *Kardiologiya*. 2018;58(4):15–21. (In Russian)]. DOI: 10.18087/cardio.2018.4.10105
36. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В., Акчурин Р.С., Чернявский А.М., Мершин К.В., Данилов Н.М., Матчин Ю.Г., Драненко Н.Ю., Захарова М.А., Иофин А.И., Косолапова В.И., Калимуллина Г.Х., Лукьянчикова В.Ф., Филиппов Е.В. Клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической тромбоэмболической легочной гипертензии (II часть). *Терапевтический архив*. 2016;88(10):63–73. [Chazova I.E., Martynyuk T.V., Akchurin R.S., Chernyavsky A.M., Mershin K.V., Danilov N.M., Matchin Y.G., Dranenko N.Y., Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. (PART II). *Terapevticheskii arkhiv*. 2016;88(10):63–73. (In Russian)]. DOI: 10.17116/terarkh201688663-73
37. Ghofrani H.A., D'Armini A.M., Grimminger F., Hoeper M.M., Jansa P., Kim N.H., Mayer E., Simonneau G., Wilkins M.R., Fritsch A., Neuser D., Weimann G., Wang C. Riociguat for the treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *N. Engl. J. Med.* 2013;369:319–329. DOI: 10.1056/nejmoa1209657
38. Пульмонология. Национальное руководство. Краткое издание под ред. А.Г. Чучалина. М. ГЭОТАР-Медиа, 2020:736–757. ISBN 078-5-9704-5323-0. [Pulmonology. National guidelines. Brief edition ed. A.G. Chuchalin. M. GEOTAR-Media, 2020:736–757. (In Russian)]. ISBN 078-5-9704-5323-0
39. Simonneau G., D'Armini A.M., Ghofrani H.-A., Grimminger F., Hoeper M.M., Jansa P., Kim N.H., Wang C., Wilkins M., Fritsch A., Davie N., Colorado P., Mayer E. Riociguat for the treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a long-term extension study (CHEST-2). *Eur. Respir. J.* 2014;45(5):1293–1302. DOI: 10.1183/09031936.00087114
40. Olshewski H., Simonneau G., Galie N., Higenbottam T., Naeije R., Rubin L.J., Nikkho S., Speich R., Hoeper M.M., Behr J., Winkler J., Sitbon O., Popov W., Ghofrani H.A., Manes A., Kiely D.G., Ewert R., Meyer A., Corris P.A., Delcroix M., Gomez-Sanchez M., Siedentop H., Seeger W. Inhaled iloprost in severe pulmonary hypertension. *N. Engl. J. Med.* 2002;347(5):322–329. DOI: 10.1056/nejmoa020204

41. Kramm T., Eberle B., Guth S., Mayer E. Inhaled iloprost to control residual pulmonary hypertension following pulmonary endarterectomy. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2005;28:882–888. DOI: 10.1016/j.ejcts.2005.09.007
42. Jaïs X., D'Armini A.M., Jansa P., Torbicki A., Delcroix M., Ghofrani H.A., Hoeper M.M., Lang I.M., Mayer E., Pepke-Zaba J., Perchenet L., Morganti A., Simonneau G., Rubin L.J. Bosentan Effects in inoperable Forms of chronic Thromboembolic pulmonary hypertension Study Group. Bosentan for treatment of inoperable chronic thromboembolic pulmonary hypertension: BENEFIT (Bosentan Effects in inoperable Forms of chronic Thromboembolic pulmonary hypertension), a randomized, placebo-controlled trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008;52(25):2127–2134. DOI: 10.1016/j.jacc.2008.08.059
43. Ghofrani H.A., Simonneau G., D'Armini A.M., Fedullo P., Howard L.S., Jais X., Jenkins D.P., Jing Z.C., Madani M.M., Martin N., Mayer E., Papadakis K., Richard D., Kim N.H. MERIT study investigators. Macitentan for the treatment of inoperable chronic thromboembolic pulmonary hypertension (MERIT-1): results from the multicentre, phase 2, randomised, double-blind, placebo-controlled study. *Lancet Respir. Med.* 2017;5:785–794. DOI: 10.1016/s2213-2600(17)30305-3
44. Reichenberger F., Voswinckel R., Enke B., Rutsch M., Fechtali E.E., Schmehl T., Olschewski R., Schermuly R., Weissmann N., Ghofrani H.A., Grimminger F., Mayer E., Seeger W. Long-term treatment with sildenafil in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Eur. Respir. J.* 2007;30:922–927. DOI: 10.1183/09031936.00039007
45. Sitbon O., Channick R., Chin K.M., Frey A., Gaine S., Galie N., Ghofrani H.A., Hoeper M.M., Lang I.M., Preiss R., Rubin L.J., Di Scala L., Tapson V., Adzerikho I., Liu J., Moiseeva O., Zeng X., Simonneau G., McLaughlin V.V. Selexipag for the treatment of pulmonary arterial hypertension. *New England Journal of Medicine.* 2015;373(26):2522–2533. DOI: 10.1056/NEJMoa1503184
46. Miyahara S., Schröder T.A., Wilkens H., Karliova I., Langer F., Kunihara T., Schäfers H.-J. Long-term Outcomes After Pulmonary Endarterectomy in 499 Patients Over a 20-Year Period. *Ann. Thorac. Surg.* 2021;111:1585–92. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2020.06.122

Поступила 10.03.2023

#### Информация об авторах/Information about the authors

*Васильцева Оксана Ярославна* (Vasiltseva Oksana Ya.) — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, научно-исследовательский отдел хирургии аорты, коронарных и периферических артерий института патологии кровообращения, ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0002-2932-3159>

*Уранов Алексей Евгеньевич* (Urmanov Alexey E.) — аспирант ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0002-6186-1328>

*Едемский Александр Геннадьевич* (Edemskiy Alexander G.) — канд. мед. наук, врач — сердечно-сосудистый хирург, кардиохирургическое отделение аорты и коронарных артерий, ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина Минздрава России», <https://orcid.org/0000-0002-6661-7826>

*Кливер Елена Николаевна* (Kliver Elena N.) — д-р мед. наук, врач-кардиолог, кардиохирургическое отделение аорты и коронарных артерий ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0002-1119-4870>

*Гранкин Денис Сергеевич* (Grankin Denis S.) — канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным методам диагностики и лечения, отделение рентгенхирургических методов диагностики и лечения, ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0002-0083-8888>

*Сирота Дмитрий Андреевич* (Sirota Dmitriy A.) — канд. мед. наук, зав. научно-исследовательским отделом хирургии аорты, коронарных и периферических артерий института патологии кровообращения, ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0002-2192-4072>

*Романов Александр Борисович* (Romanov Aleksandr B.) — д-р мед. наук, заместитель генерального директора ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России по научной работе, <https://orcid.org/0000-0002-6958-6690>

*Чернявский Александр Михайлович* (Chernyavskiy Alexander M.) — д-р мед. наук, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0001-9818-8678>