

© CC BY Коллектив авторов, 2019
 УДК 616.131-005.6-089.019.941
 DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-6-66-70

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ МАССИВНОЙ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ (обзор литературы)

Г. Г. Хубулава, С. В. Садовой*, Е. К. Гаврилов

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 01.06.19 г.; принята к печати 11.12.19 г.

Цель исследования – проанализировать современные данные и тенденции в хирургическом лечении тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА).

Хирургическое лечение ТЭЛА является безопасной и эффективной процедурой, однако до сих пор является непопулярной тактикой и зачастую остается в резерве лечения. Необходимо проведение более масштабных исследований, чтобы закрепить за эмболектомией из легочной артерии твердые позиции в лечении данной категории пациентов, что позволит в дальнейшем улучшить прогноз и выживаемость у больных с массивной ТЭЛА.

Ключевые слова: тромбоэмболия, легочная артерия, тромбэктомия, тромболитизис

Для цитирования: Хубулава Г. Г., Садовой С. В., Гаврилов Е. К. Современные тенденции в хирургическом лечении массивной тромбоэмболии легочной артерии (обзор литературы). *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2019;178(6):66–70. DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-6-66-70.

* **Автор для связи:** Сергей Валериевич Садовой, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6. E-mail: s.v.sadovoy@mail.ru.

MODERN TRENDS IN THE SURGICAL TREATMENT OF MASSIVE PULMONARY EMBOLISM (review of literature)

Gennadii G. Khubulava, Sergei V. Sadovoi*, Evgenii K. Gavrilov

Military Medical Academy named after S. M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

Received 01.06.19; accepted 11.12.19

We tried to analyze current data and trends in the surgical treatment of pulmonary embolism.

Surgical treatment of pulmonary embolism is a safe and effective procedure, but still is an unpopular tactic and it often remains in reserve treatment. It is necessary to conduct more large-scale studies in order to consolidate firm positions in the treatment of this cohort of patients with embolotomy, which will make it possible to further improve the prognosis and survival in patients with massive PE.

Keywords: thromboembolism, pulmonary artery, thrombectomy, thrombolysis

For citation: Khubulava G. G., Sadovoi S. V., Gavrilov E. K. Modern trends in the surgical treatment of massive pulmonary embolism (review of literature). *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019;178(6):66–70. (In Russ.). DOI:10.24884/0042-4625-2019-178-6-66-70.

* **Corresponding author:** Sergei V. Sadovoi, Military medical Academy, 6, Akademika Lebedeva street, Saint Petersburg, 194044, Russia. E-mail: s.v.sadovoy@mail.ru.

Острая тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) – это окклюзия основного ствола легочной артерии (ЛА) или ее ветвей частями тромба или эмболом. Тромбы зачастую формируются в венах большого круга кровообращения или полостях правых отделов сердца и переносятся в малый круг кровообращения с током крови. Эмболы, в свою очередь, могут быть как осложнением инвазивных вмешательств (например,

чрескожной инвазивной вертебропластики), так и следствием травм (например, ТЭЛА при жировой эмболии).

Ф. Тренделенбург впервые заговорил о возможности хирургического вмешательства при эмболии ЛА и ее ветвей. Совместно с коллегой он проводил эксперименты на животных и трупах, пытаясь найти оптимальный оперативный доступ к легочной артерии и создать условия для возможности

извлечения сгустка крови из нее. Результатом его работы стала разработка новой оперативной техники и инструментария. Однако в то время хирурги неизбежно терпели неудачи при попытках эмболэктомии из ЛА. При попытке ученика Тренделенбурга применить ее на пациенте процедура завершилась смертью больного.

Успешную операцию смог выполнить в марте 1924 г. Мартин Киршнер. Хирургическую эмболэктомию в условиях аппарата искусственного кровообращения впервые выполнил Sharp в 1962 г. [1].

К сожалению, в Российской Федерации не ведется регистр пациентов с ТЭЛА, однако из отдельных научных публикаций можно проанализировать ситуацию, сложившуюся по данной патологии в нашей стране. К примеру, коллектив авторов из Томска [2] сообщил, что из 21 090 умерших в стационарах города с 2003 по 2008 г. патолого-анатомическое вскрытие было проведено в 9495 случаях, из которых в 5,5 % (n=521) была выявлена ТЭЛА (в 37,3 % случаев у мужчин и в 62,7 % – у женщин). При этом у 51,6 % (n=269) пациентов ТЭЛА явилась непосредственной причиной смерти, а у 48,4 % (n=252) она усугубила течение основного заболевания. Если говорить о причинах ТЭЛА, то тромбоз системы нижней полой вены был выявлен в 71,4 % случаев, внутрисердечный тромбоз – у 21,8 % больных. Клинические признаки тромбоза глубоких вен нижних конечностей прижизненно имелись у 98 (18,9 %) пациентов, во всех остальных наблюдениях венозный тромбоз протекал бессимптомно.

Исторически сложилось, что в снижении популярности хирургического лечения ТЭЛА виноваты сами хирурги, которые установили слишком строгие показания к вмешательству, например, такие как нестабильность гемодинамики или систолическое давление меньше 90 мм рт. ст., учитывая адекватную инотропную поддержку. Таким образом, на хирургическое лечение направляется пациент в состоянии кардиогенного шока и с полиорганной недостаточностью, что является причиной высокой смертности пациентов [3].

В настоящее время Американский колледж торакальных хирургов, основываясь на доказательной базе клинических практических рекомендаций, предлагает хирургическую эмболэктомию из ЛА у пациентов с острой массивной ТЭЛА в ассоциации с гипотензией:

- 1) когда у пациента есть противопоказания к тромболизису;
- 2) у пациентов с неудачной попыткой тромболизиса и катетерных методик лечения;
- 3) если пациенты в состоянии шока и эффект тромболизиса не успеет развиваться до летального исхода;
- 4) если хирург обладает опытом проведения вмешательства и достаточно обеспечен расходным материалом [4].

Однако многие авторы в своих научных работах выступают за расширение показаний к хирургическому лечению ТЭЛА. Данные нескольких исследований [5–7] демонстрируют, что правожелудочковая недостаточность у пациентов со стабильной гемодинамикой является предиктором предстоящих неблагоприятных событий и должна рассматриваться как показание к хирургической эмболэктомии.

Хирургическое вмешательство может выполняться в условиях аппарата искусственного кровообращения (АИК) с пережатием аорты [5, 8] или без него [6, 7]. Техника тромбэктомии в условиях пережатия аорты включает в себя стандартную канюляцию восходящего отдела аорты, полых вен, далее – пережатие аорты и кардиоплегический циркуляторный арест с последующим вскрытием легочной артерии с использованием разреза легочного ствола, продолжающегося на левую легочную артерию, и отдельного разреза правой легочной артерии. Что касается тромбэктомии без пережатия аорты, то

в данном случае выполняется бикавальная канюляция (с целью удобства работы на правых камерах сердца) и производится удаление тромботических масс в условиях работающего сердца на параллельном искусственном кровообращении по вышеописанной методике.

А. П. Медведев и др. [9] провели анализ и определили, что за период с 2008 по 2013 г. в клинике при кафедре госпитальной хирургии им. Б. А. Королёва Нижегородской государственной медицинской академии по поводу массивной ТЭЛА прооперированы 88 пациентов. Из них 58 – молодого и среднего возраста. Летальных исходов среди этих больных не было. Хуже результаты лечения оказались в группе пожилых пациентов, что обусловлено исходно тяжелым состоянием пациентов, истощением компенсаторных возможностей организма и наличием тяжелой сопутствующей патологии. Из 30 оперированных больных пожилого и старческого возраста умерли 4 (13,3 %). Наилучшие результаты получены у больных, оперированных в условиях ИК без пережатия аорты. Среди 16 оперированных больных по этой методике летальных исходов не было.

Процедуру удаления тромботических масс можно дополнить методикой, которая заключается в деликатном сдавлении каждого легкого в сочетании с артериальным солевым орошением, что способствует вымыванию небольших периферических тромбов в артерии большего диаметра с последующей их аспирацией. Этот прием не может быть использован у пациентов после ранее проведенного тромболизиса, поскольку может стать причиной неконтролируемого легочного кровотечения [10, 11].

Коллектив авторов из Италии [12, 13] предложил методику ретроградной легочной перфузии. Артериальная линия соединяется с Y-образным коннектором. Одна часть коннектора соединяется с артериальной канюлой восходящей аорты, а другая часть – с пережатой канюлой 20F, которая вводится в левое предсердие через катетер на правой верхней легочной вене. После подключения АИК, пережатия аорты и перфузии кардиоплегического раствора делают продольный разрез ствола легочной артерии дистальнее клапана легочной артерии и продлевают его на правую и левую легочные артерии. Тромботические массы извлекаются с помощью щипцов и отсоса. Затем выполняется ревизия правого предсердия и желудочка с последующим удалением всех видимых сгустков. При вскрытой легочной артерии снимается зажим канюлы левого предсердия. Кровь заполняет левое предсердие, и примерно через 1 мин кровь ретроградно заполняет легочную артерию. Легкие многократно раздувают, чтобы мобилизовать все оставшиеся тромботические массы и воздушные эмболы, которые могут попасть в дистальные ветви легочной артерии.

Существует методика видеоскопической поддержки при выполнении тромбэктомии из ЛА. С октября 2014 г. по июнь 2016 г. коллективом хирургов из США [14] была выполнена хирургическая эмболэктомию из ЛА 15 пациентам в экстренном порядке. Тромбы из ЛА были тщательно удалены с помощью видеоскопической поддержки до сегментарного уровня. Авторы указывают, что при помощи видеоскопической поддержки можно избежать повреждения интимы легочной артерии, а также осмотреть и исключить наличие тромбов в правом желудочке и его выводном тракте. Среднее время ИК составило 103 мин. В результате лечения имелись 2 летальных исхода (в первом случае в связи с гипоксической энцефалопатией, во втором – из-за недиагностированного диссеминированного опухолевого процесса).

Что касается предикторов неблагоприятного исхода, то важнейшим фактором риска является проведение сердечно-легочной реанимации в дооперационном периоде. С. Dauphine, В. Omari [15] проанализировали, что у пациентов, нуждающихся в сердечно-легочной реанимации, общая смертность

составила около 57 %, по сравнению с 12 % у тех, кому она не проводилась. В исследовании Wu Meng-Yu et al. [16] подтверждается, что остановка кровообращения и использование методики экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) перед хирургической эмболэктомией являются предиктором смерти в послеоперационном периоде. Также группа авторов из Японии [17] обнаружила, что выживаемость после хирургической легочной эмболэктомии составляла 100 %, если была возможность избежать дооперационной остановки сердечной деятельности.

Еще одним независимым фактором риска интраоперационной сердечно-легочной реанимации и смерти является систолическая экскурсия кольца трикуспидального клапана (TAPSE). Проведено исследование, в котором пациенты в группе TAPSE <18 мм имели достоверно большие диастолический ($p=0,0015$) и систолический ($p=0,0031$) размеры правого желудочка, более высокие степени трикуспидальной регургитации ($p=0,0001$) по сравнению с пациентами с TAPSE ≥ 18 мм. Кроме того, все пациенты, нуждающиеся в интраоперационной сердечно-легочной реанимации (11/81) или умершие в ходе операции (8/81), принадлежали к группе TAPSE <18 мм [18].

В результате проведенного американского общенационального мониторинга 2709 пациентов после хирургического лечения острой ТЭЛА с 1999 по 2008 г. была определена госпитальная летальность 27,2 %. Также были выявлены такие причины летальности, как высокие значения индекса коморбидности по Charlson и принадлежность к африканской расе. Указанные во многих исследованиях такие факторы, как хирургическая активность по лечению данной патологии, опыт хирурга, мощность клиники, не являются статистически значимыми в смертности пациентов, однако предполагается, что эти факторы повышают скорость выполнения тромбэктомии и, следовательно, влияют на оказание помощи в целом [19].

В своем 9-летнем ретроспективном анализе Alan R. Hartman et al. [20] показали, что общая 30-дневная смертность после хирургического вмешательства составила 4,2 %. Большинство пациентов – 68 (73,9 %) – были выписаны домой или в реабилитационные учреждения – 23 (25 %). У гемодинамически стабильных пациентов с тяжелой, глобально гипокинетической дисфункцией правого желудочка 30-дневная смертность была около 1,4 %, а послеоперационная средняя продолжительность пребывания составила 9,1 дня. Сопоставимые результаты для гемодинамически нестабильных пациентов составили 12,5 % и 13,4 дня соответственно.

В настоящий момент еще не опубликованы данные крупных исследований, демонстрирующих преимущество хирургической эмболэктомии перед тромболитической терапией, однако постоянно появляются исследования, доказывающие это.

T. Aumard et al. [21] в своем сравнительном исследовании показали, что число случаев ранней смертности было меньше в группе хирургической эмболэктомии по сравнению с группой пациентов после тромболитического лечения, хотя это различие было статистически недостоверным. Также в работе отмечался худший прогноз у пациентов, перенесших хирургическую тромбэктомию после тромболитического лечения (27 %). Тяжелые кровотечения наблюдались намного реже в группе хирургической эмболэктомии (3,6 против 26,5 %, $p=0,013$). В течение среднего периода наблюдения ((63 \pm 21) месяцев) уровень летальности составил 17,9 % в группе хирургической эмболэктомии и 23,1 % в группе тромболитического лечения.

A. Azari et al. [22], также сравнивая тромболитическое и хирургическое лечение эмболэктомии, доказали, что пациенты, которые перенесли открытую эмболэктомию, имели лучшие показатели диаметра правого желудочка, систолического давления в легочной артерии с уменьшением функционального класса сердечной

недостаточности по NYHA и без кровотечений. С мая 2004 г. по ноябрь 2012 г. были госпитализированы 120 пациентов с верифицированным диагнозом острой ТЭЛА, из которых 78 больным выполнялся тромболитический, 30 пациентам выполнялось хирургическое лечение, а 12 больных были исключены из-за отсутствия возможности выполнения процедур или отказа от вмешательства. 17 пациентам была выполнена хирургическая эмболэктомию в связи с неудачным тромболитическим лечением. Смертность в группе хирургической эмболэктомии была ниже, чем в группе тромболитического лечения (3,3 против 9,8 % соответственно), хотя статистической значимости не было получено ($p=0,42$). В группе хирургической эмболэктомии случаев кровотечения выявлено не было, в то время как у 6 пациентов, перенесших тромболитическое лечение, отмечались геморрагические осложнения, 2 случая из которых с летальным исходом. В группе пациентов после тромболитического лечения смертельный исход выявлен у 6 пациентов: 1 – по причине внутричерепного кровоизлияния, 1 – из-за массивного кровотечения и 4 – из-за сердечно-сосудистой недостаточности. В группе пациентов, которым выполнялась хирургическая эмболэктомию после неэффективного тромболитического лечения, летальный исход был зарегистрирован у 7 пациентов: у 2 – из-за неконтролируемого интраоперационного кровотечения, у 2 – по причине сердечно-сосудистой недостаточности в отделении реанимации и интенсивной терапии и у 3 – из-за невозможности отключения аппарата ИК. В группе хирургической эмболэктомии была отмечена большая долгосрочная выживаемость, чем в группе тромболитического лечения, однако эти значения достоверного различия не имели.

J. P. Greelish et al. [23] провели работу, в которой участвовали 103 пациента с легочной эмболией типа А, 15 из которых (14 %) получили экстренную хирургическую эмболэктомию и 88 (85 %) лечились консервативно. При сравнении хирургической и медикаментозной стратегии выявлено, что 30-дневная смертность была выявлена в 13 % случаев против 17 % соответственно ($p=0,532$). Выживаемость в течение 1 года, 3 и 5 лет у пациентов после хирургического лечения была значительно лучше, чем у пациентов группы консервативного лечения.

Что касается отдаленных результатов, то выяснилось, что 10-летняя выживаемость у пациентов после хирургической эмболэктомии составила 83,5 % без проявления симптомов легочной гипертензии [24]. В работе коллектива врачей из Казани [25] было показано, что функциональный класс сердечной недостаточности по NYHA в группе хирургического лечения значительно ниже, что, скорее всего, связано с недостаточным терапевтическим эффектом тромболитического лечения. Группа авторов из Японии [26] в своем исследовании отразили, что смертность у пациентов, перенесших тромбэктомию из легочных артерий, составила всего 12,9 %, 5-летняя выживаемость составила (83,2 \pm 6,9) %, а легочная гипертензия снизилась вдвое.

В большом исследовании авторов из США [27] были изучены результаты лечения 2100 больных, которым были выполнены тромболитический (88 %) и тромбэктомию (12 %). Среди полученных результатов значимого различия в 30-дневной смертности не получено (15,2 % при тромболитическом и 13,2 % после тромбэктомии), однако тромболитическое лечение ассоциировалось с более высоким процентом инсультов (1,9 против 0,8 %) и реинтервенции (3,2 против 1,2 %). 5-летняя выживаемость была практически одинакова (72,4 против 76,1 %).

По результатам работы коллектива авторов из Красногорска [28], оперативное лечение больных с ТЭЛА высокого риска, помимо сохранения жизни пациентов, существенно улучшает состояние центральной гемодинамики правых камер сердца и снижает дефицит перфузии легких в течение последующего года наблюдения. Отмечались значимое уменьшение дефицита перфузии легких и нормализация размеров правых камер

сердца в течение 1-го месяца наблюдения после хирургического лечения.

Хирургическое лечение ТЭЛА является безопасной и эффективной процедурой, однако до сих пор является непопулярной тактикой и зачастую остается в резерве лечения. Необходимо проведение более масштабных исследований, чтобы закрепить за эмболектомией из ЛА твердые позиции в лечении данной когорты пациентов, что позволит в дальнейшем улучшить выживаемость больных с массивной ТЭЛА [29, 30].

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Sharp E. H. Pulmonary embolectomy : successful removal of a massive pulmonary embolus with the support of cardiopulmonary bypass. Case report // *Ann. Surg.* 1962. № 156. P. 1–4.
- Частота новых случаев тромбозов ветвей легочной артерии в стационарах Томска в 2003-2008 гг. (по данным патологоанатомических вскрытий) / И. Н. Ворожцова, О. Я. Васильцева, А. В. Крестинин, Р. С. Карпов // *Сиб. мед. журн.* 2011. Т. 26, № 1(1). С. 20–23.
- Goldhaber S. Z. Surgical Pulmonary Embolectomy The Resurrection of an Almost Discarded Operation // *Texas Heart Institute Journal.* 2013. Vol. 40, № 1. P. 5–8.
- Kearon C., Akl E. A., Comerota A. J. et al. Antithrombotic therapy for VTE disease : Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed : American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines // *Chest.* 2012. № 141 (2). P. 419–496.
- Pulmonary Embolectomy in the Treatment of Submassive and Massive Pulmonary Embolism / B. Worku, I. Gulkarov, L. N. Girardi, A. Salemi // *Cardiology.* 2014. № 129. P. 106–110.
- Yavuz S., Toktas F., Goncu T. et al. Surgical embolectomy for acute massive pulmonary embolism // *Int. J. Clin. Exp. Med.* 2014. № 7 (12). P. 5362–5375.
- Neely R. C., Byrne J. G., Gosev I. et al. Surgical Embolectomy for Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism in a Series of 115 Patients // *Ann. Thorac. Surg.* 2015. Vol. 100, № 4. P. 1245–1252.
- Cho Y. H., Kim W. S., Sung K. et al. Management of Cardiac Arrest Caused by Acute Massive Pulmonary Thromboembolism : Importance of Percutaneous Cardiopulmonary Support // *ASAIO Journal.* 2014. № 60 (3). P. 280–283.
- Медведев А. П., Дерябин Р. А., Немирова С. В. и др. Хирургическое лечение массивной тромбозомии легочной артерии у больных пожилого и старческого возраста // *Мед. альм.* 2013. № 4 (28). С. 67–71.
- Hea C., Von Segesser L. K., Kappetein P. A. et al. Acute pulmonary embolectomy // *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery.* 2013. № 43. P. 1087–1095.
- Retrograde Pulmonary Embolectomy for Acute Pulmonary Embolism : A Simplified Technique / S. T. Hussain, J. R. Bartholomew, M. Leacche, M. Zhen-Yu Tong // *Ann. Thorac. Surg.* 2017. № 103 (5). P. 3473–3474.
- Spagnolo S., Grasso M. A., Tesler U. F. Retrograde pulmonary perfusion improves results in pulmonary embolectomy for massive pulmonary embolism // *Tex. Heart Inst. J.* 2006. № 33 (4). P. 473–476.

- Retrograde pulmonary perfusion as an adjunct to standard pulmonary embolectomy for acute pulmonary embolism multimedia manual of cardiothoracic surgery / S. Spagnolo, L. Barbato, M. A. Grasso, U. F. Tesler // *Multimedia Manual of Cardio-Thoracic Surgery.* 2014. P. 1–4.
- Video assistance for surgical pulmonary embolectomy / A. Pawale, K. Seetharam, E. Oswald, R. Reddy // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2017. № 52 (5). P. 989–990.
- Dauphine C., Omari B. Pulmonary embolectomy for acute massive pulmonary embolism // *Ann. Thorac. Surg.* 2005. № 79 (4). P. 1240–1244.
- Wu M.-Y., Liu Y.-C., Tseng Y.-H. et al. Pulmonary embolectomy in high-risk acute pulmonary embolism : The effectiveness of a comprehensive therapeutic algorithm including extracorporeal life support // *Resuscitation.* 2013. № 84 (10). P. 1365–1370.
- Takahashi H., Okada K., Matsumori M. et al. Aggressive Surgical Treatment of Acute Pulmonary Embolism With Circulatory Collapse // *Ann. Thorac. Surg.* 2012. № 94 (3). P. 785–791.
- Schmid E., Hilberath J. N., Blumenstock G. et al. Tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) predicts poor outcome in patients undergoing acute pulmonary embolectomy // *Heart Lung Vessel.* 2015. № 7 (2). P. 151–158.
- Nationwide outcomes of surgical embolectomy for acute pulmonary embolism / A. Kilic, A. S. Shah, J. V. Conte, D. D. Yuh // *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2013. № 145 (2). P. 373–377.
- Hartman A. R., Manetta F., Lessen R. et al. Acute Surgical Pulmonary Embolectomy : A 9-Year Retrospective Analysis // *Tex. Heart Inst. J.* 2015. № 42 (1). P. 25–29.
- Aymard T., Kadner A., Widmer A. et al. Massive pulmonary embolism : surgical embolectomy versus thrombolytic therapy – should surgical indications be revisited // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2013. № 43 (1). P. 90–94.
- Azari A., Beheshti A. T., Moravvej Z. et al. Surgical embolectomy versus thrombolytic therapy in the management of acute massive pulmonary embolism : Short and long-term prognosis // *Heart & Lung.* 2015. № 44 (2). P. 335–339.
- Greelish J. P., Leacche M., Solenkova N. S. et al. Improved midterm outcomes for type A (central) pulmonary embolism treated surgically // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011. № 142 (6). P. 1423–1429.
- Takahashi H., Okada K., Matsumori M. et al. Aggressive surgical treatment of acute pulmonary embolism with circulatory collapse // *Ann. Thorac. Surg.* 2012. № 94 (3). P. 785–791.
- Абдульянов И. В., Вагизов И. И., Омеляненко А. С. Современная стратегия лечения тромбозомии легочной артерии // *Практ. медицина.* 2014. Т. 2, № 3 (88). С. 35–40.
- Shiomi D., Kiyama H., Shimizu M. et al. Surgical embolectomy for high-risk acute pulmonary embolism is standard therapy // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2017. № 25 (2). P. 297–301.
- Lee T., Itagaki S., Chiang Y. P. et al. Survival and recurrence after acute pulmonary embolism treated with pulmonary embolectomy or thrombolysis in New York State between 1999–2013 // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018. № 155 (3). P. 1084–1090.
- Белякин С. А., Лищук А. Н., Колтунов А. Н. и др. Опыт хирургического лечения пациентов с тромбозомией легочной артерии с высоким риском ранней смерти // *Вестн. Рос. Воен.-мед. акад.* 2013. № 2. С. 1–5.
- Hajizadeh R., Ghaffari S., Habibzadeh A. et al. Outcome of surgical embolectomy in patients with massive pulmonary embolism with and without cardiopulmonary resuscitation // *Kardiochir. Torakochirurgia Pol.* 2017. № 14 (4). P. 241–244.
- Fukuda I., Daitoku K. Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Thromboembolism // *Ann. Vasc. Dis.* 2017. № 10 (2). P. 107–114.

REFERENCES

- Sharp E. H. Pulmonary embolectomy: successful removal of a massive pulmonary embolus with the support of cardiopulmonary bypass. Case report. *Ann. Surg.* 1962;156:1–4.
- Vorozhova I. N., Vasilceva O. I., Krestinin A. V., Karpov R. S. Chastota novih sluchaev tromboembolii vetvei legochnoi arterii v stacionarah Tomska v 2003-2008 gg. (po dannim patologoanatomicheskikh vskritiy). *Sibirskiy medicinskiy zhurnal.* 2011;26(1(1)):20–23. (In Russ.).
- Goldhaber S. Z. Surgical Pulmonary Embolectomy The Resurrection of an Almost Discarded Operation. *Texas Heart Institute Journal.* 2013;40(1):5–8.
- Kearon C., Akl E. A., Comerota A. J., Prandoni P., Bounameaux H., Goldhaber S. Z., Nelson M. E., Wells P. S., Gould M. K., Dentali F,

- Crowther M., Kahn S. R. Antithrombotic therapy for VTE disease: Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2012;141(2):419–496.
5. Worku B., Gulkarov I., Girardi L. N., Salemi A. Pulmonary Embolectomy in the Treatment of Submassive and Massive Pulmonary Embolism. *Cardiology*. 2014;129:106–110.
 6. Yavuz S., Toktas F., Goncu T., Eris C., Gucu A., Ay D., Erdolu B., Tenekecioglu E., Karaagac K., Vural H., Ozyazicioglu A. Surgical embolectomy for acute massive pulmonary embolism. *Int. J. Clin. Exp. Med*. 2014;7(12):5362–5375.
 7. Neely R. C., Byrne J. G., Gosev I., Cohn L. H., Javed Q., Rawn J. D., Goldhaber S. Z., Piazza G., Aranki S. F., Shekar P. S., Leacche M. Surgical Embolectomy for Acute Massive and Submassive Pulmonary Embolism in a Series of 115 Patients. *Ann. Thorac. Surg*. 2015;100(4):1245–1252.
 8. Cho Y. H., Kim W. S., Sung K., Jeong D. S., Lee Y. T., Park P. W., Kim D.-K. Management of Cardiac Arrest Caused by Acute Massive Pulmonary Thromboembolism: Importance of Percutaneous Cardiopulmonary Support. *ASAIO Journal*. 2014;60(3):280–283.
 9. Medvedev A. P., Deryabin R. A., Nemirova S. V., Demarin O. I., Pechugin V. V., Penknovich A. A., Zhurko S. A., Islamov R. A., Kalinina M. L., Baranov E. A. Khirurgicheskoe lechenie massivnoi tromboembolii legochnoi arterii u bolnih pozhilogo i starcheskogo vozrasta. *Medicinskiy almanah*. 2013;4(28):67–71. (In Russ.)
 10. Hea C., Von Segesser L. K., Kappeteinc P. A., Mestresd C. A., Smith J. A., Choong Cliff K. C. Acute pulmonary embolectomy. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2013;43:1087–1095.
 11. Hussain S. T., Bartholomew J. R., Leacche M., Zhen-Yu Tong M. Retrograde Pulmonary Embolectomy for Acute Pulmonary Embolism: A Simplified Technique. *Ann. Thorac. Surg*. 2017;103(5):3473–3474.
 12. Spagnolo S., Grasso M. A., Tesler U. F. Retrograde pulmonary perfusion improves results in pulmonary embolectomy for massive pulmonary embolism. *Tex. Heart Inst. J*. 2006;33(4):473–476.
 13. Spagnolo S., Barbato L., Grasso M. A., Tesler U. F. Retrograde pulmonary perfusion as an adjunct to standard pulmonary embolectomy for acute pulmonary embolism multimedia manual of cardio-thoracic surgery. *Multimedia Manual of Cardio-Thoracic Surgery*. 2014:1–4.
 14. Pawale A., Seetharam K., Oswald E., Reddy R. Video assistance for surgical pulmonary embolectomy. *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2017;52(5):989–990.
 15. Dauphine C., Omari B. Pulmonary embolectomy for acute massive pulmonary embolism. *Ann. Thorac. Surg*. 2005;79(4):1240–1244.
 16. Wu M.-Y., Liu Y.-C., Tseng Y.-H., Chang Y.-S., Lin P.-J., Wu T.-I. Pulmonary embolectomy in high-risk acute pulmonary embolism: The effectiveness of a comprehensive therapeutic algorithm including extracorporeal life support. *Resuscitation*. 2013;84(10):1365–1370.
 17. Takahashi H., Okada K., Matsumori M., Kano H., Kitagawa A., Okita Y. Aggressive Surgical Treatment of Acute Pulmonary Embolism With Circulatory Collapse. *Ann. Thorac. Surg*. 2012;94(3):785–791.
 18. Schmid E., Hilberath J. N., Blumenstock G., Shekar P. S., Kling S., Sheeran S. K., Rosenberger P., Nowak-Machen M. Tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) predicts poor outcome in patients undergoing acute pulmonary embolectomy. *Heart Lung Vessel*. 2015;7(2):151–158.
 19. Kilic A., Shah A. S., Conte J. V., Yuh D. D. Nationwide outcomes of surgical embolectomy for acute pulmonary embolism. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2013;145(2):373–377.
 20. Hartman A. R., Manetta F., Lessen R., Pekmezaris R., Kozikowski A., Jahn L., Akerman M., Lesser M. L., Glassman L. R., Graver M., Scheinerman J. S., Kalimi R., Palazzo R., Vatsia S., Pogo G., Hall M., Yu P. J., Singh V. Acute Surgical Pulmonary Embolectomy: A 9-Year Retrospective Analysis. *Tex Heart Inst J*. 2015;42(1):25–29.
 21. Aymard T., Kadner A., Widmer A., Basciani R., Tevæearai H., Weber A., Schmidli J., Carrel T. Massive pulmonary embolism: surgical embolectomy versus thrombolytic therapy – should surgical indications be revisited. *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2013;43(1):90–94.
 22. Azari A., Beheshti A. T., Moravvej Z., Bigdelu L., Salehi M. Surgical embolectomy versus thrombolytic therapy in the management of acute massive pulmonary embolism: Short and long-term prognosis. *Heart & Lung*. 2015;44(2):335–339.
 23. Greelish J. P., Leacche M., Solenkova N. S., Ahmad R. M., Byrne J. G. Improved midterm outcomes for type A (central) pulmonary embolism treated surgically. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2011;142(6):1423–1429.
 24. Takahashi H., Okada K., Matsumori M., Kano H., Kitagawa A., Okita Y. Aggressive surgical treatment of acute pulmonary embolism with circulatory collapse. *Ann. Thorac. Surg*. 2012;94(3):785–791.
 25. Abdulyanov I. V., Vagizov I. I., Omelyanenko A. S. Sovrenennaya strategiya lecheniya tromboembolii legochnoi arterii. *Prakticheskaya medicina*. 2014;2(3(88)):35–40. (In Russ.)
 26. Shiomi D., Kiyama H., Shimizu M., Yamada M., Shimada N., Takahashi A., Kaki N. Surgical embolectomy for high-risk acute pulmonary embolism is standard therapy // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg*. 2017;25(2):297–301.
 27. Lee T., Itagaki S., Chiang Y. P., Egorova N. N., Adams D. H., Chikwe J. Survival and recurrence after acute pulmonary embolism treated with pulmonary embolectomy or thrombolysis in New York State between 1999–2013. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2018;155(3):1084–1090.
 28. Belyakin S. A., Lishuk A. N., Koltunov A. N., Shklovsky B. L., Ryzhman N. N., Prohorchik A. A., Komienko A. N., Brovko L. E., Salomov A. A., Esion G. A., Koltunova T. Y. Opit khirurgicheskogo lecheniya pacientov s tromboemboliej legochnoi arterii s visokim riskom rannei smerti. *Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii*. 2013;2:1–5. (In Russ.)
 29. Hajizadeh R., Ghaffari S., Habibzadeh A., Safaei N., Mohammadi K., Ranjbar A., Ghodrati Zadeh S. Outcome of surgical embolectomy in patients with massive pulmonary embolism with and without cardiopulmonary resuscitation. *Kardiochir. Torakochirurgia Pol*. 2017;14(4):241–244.
 30. Fukuda I., Daitoku K. Surgical Embolectomy for Acute Pulmonary Thromboembolism. *Ann. Vasc. Dis*. 2017;10(2):107–114.

Сведения об авторах:

Хубулава Геннадий Григорьевич, д-р мед. наук, профессор, зав. первой кафедрой хирургии усовершенствования врачей им. П. А. Куприянова, академик РАН, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-9242-9941; **Садовой Сергей Валериевич**, аспирант первой кафедры хирургии усовершенствования врачей им. П. А. Куприянова, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-3284-2646; **Гаврилов Евгений Константинович**, канд. мед. наук, преподаватель первой кафедры хирургии усовершенствования врачей им. П. А. Куприянова, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-6653-2320.

Information about authors:

Khbulava Gennadii G., Dr Sci. (Med), Prof., Academician of the Russian Academy of Sciences, Head, The First Department of Surgery for Advanced Medical Training named after P.A. Kupriyanov, Military Medical Academy named after S. M. Kirov (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-9242-9941; **Sadovoi Sergei V.**, postgraduate student, The First Department of Surgery for Advanced Medical Training named after P.A. Kupriyanov, Military Medical Academy named after S. M. Kirov (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-3284-2646; **Gavrilov Evgenii K.**, Cand. Sci. (Med.), teacher, First Department of Surgery for Advanced Medical Training named after P. A. Kupriyanov, Military Medical Academy named after S. M. Kirov (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-6653-2320.