

# Селективная перфузия головного мозга во время полной гипотермической остановки кровообращения при хирургическом лечении острого расслоения грудного отдела аорты

С.В. Журавель, И.В. Иванов✉, В.В. Владимиров, М.А. Сагиров, В.Э. Стацура, Н.С. Долгашева, И.И. Гончарова, Н.К. Кузнецова, А.М. Талызин, Л.С. Коков

ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»,  
129090, Россия, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3

✉Автор, ответственный за переписку: Иван Валерьевич Иванов, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения анестезиологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, [ivanoviv@sklif.mos.ru](mailto:ivanoviv@sklif.mos.ru)

## Аннотация

**Актуальность.** Хирургическое лечение острого расслоения грудного отдела аорты зачастую сопряжено с необходимостью селективной перфузии головного мозга на этапе полной гипотермической остановки кровообращения.

**Цель.** Установление предпочтительного способа и режима селективной перфузии головного мозга (СПГМ) во время полной гипотермической остановки кровообращения при хирургическом лечении острого расслоения грудного отдела аорты.

**Материал и методы.** Дизайн исследования – проспективное, когортное, одноцентровое. Критерии включения: проведение хирургического вмешательства в условиях искусственного кровообращения, подтвержденный диагноз острого расслоения аорты типа А по Стенфорду, возраст более 18 лет. В исследование вошли 112 пациентов: 77 мужчин и 35 женщин в возрасте от 31 до 75 лет,  $M \pm SD = 54,79 \pm 11,33$ . Все пациенты ( $n=112$ ) проходили лечение в период с 2019 по 2023 год и были поделены на три группы в зависимости от способа СПГМ: антеградная унилатеральная перфузия ( $n=51$ ), антеградная билатеральная перфузия ( $n=49$ ) и ретроградная перфузия ( $n=12$ ). Конечными точками исследования являлись острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) в раннем послеоперационном периоде и 30-дневная госпитальная летальность.

**Результаты.** В группе билатеральной антеградной перфузии головного мозга (биАПГМ) статистически значимо ниже оказались частота ОНМК в раннем послеоперационном периоде ( $p=0,002$ ) и 30-дневная госпитальная летальность ( $p=0,006$ ). ОНМК в послеоперационном периоде увеличивает риск смертельного исхода в 7,977 раза. Объемная скорость селективной перфузии (ОССП) при биАПГМ является статистически значимым предиктором смертельного исхода, а ОССП более 12,5 мл/кг/мин при расчете на истинную массу тела по Брокку ассоциирована с повышенным риском госпитальной летальности.

**Выводы.** Билатеральная антеградная перфузия головного мозга является предпочтительной методикой селективной перфузии головного мозга в рамках процедуры искусственного кровообращения при хирургическом лечении острого расслоения грудного отдела аорты. Рестриктивная тактика биАПГМ позволяет уменьшить риск 30-дневной госпитальной летальности.

**Ключевые слова:** искусственное кровообращение, расслоение аорты, полная гипотермическая остановка кровообращения, глубокая гипотермия, селективная перфузия головного мозга

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

**Финансирование** Исследование проводилось без спонсорской поддержки

**Для цитирования:** Журавель С.В., Иванов И.В., Владимиров В.В., Сагиров М.А., Стацура В.Э., Долгашева Н.С. и др. Селективная перфузия головного мозга во время полной гипотермической остановки кровообращения при хирургическом лечении острого расслоения грудного отдела аорты. *Трансплантология*. 2025;17(4):431–441. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-4-431-441>

## Selective cerebral perfusion during total hypothermic circulatory arrest in surgical treatment of acute thoracic aortic dissection

S.V. Zhuravel, I.V. Ivanov✉, V.V. Vladimirov, M.A. Sagirov, V.E. Statsura,  
N.S. Dolgasheva, I.I. Goncharova, N.K. Kuznetsova, A.M. Talyzin, L.S. Kokov

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine,  
3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090 Russia

✉Corresponding author: Ivan V. Ivanov, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Anesthesiology,  
N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, ivanoviv@sklif.mos.ru

### Abstract

**Background.** Surgical treatment of acute thoracic aortic dissection is often associated with the need for selective cerebral perfusion at the stage of total hypothermic circulatory arrest.

**Objective.** To establish the preferred method and mode of selective cerebral perfusion (SCP) during complete hypothermic circulatory arrest in surgical treatment of acute thoracic aortic dissection.

**Material and methods.** Study design: prospective, cohort, single-center. Inclusion criteria: surgical intervention using cardiopulmonary bypass, confirmed diagnosis of acute aortic dissection type A according to Stanford, age > 18 years. The study included 112 patients: 77 men and 32 women aged 31 to 75 years,  $M \pm SD = 54.79 \pm 11.33$ . All patients ( $n=112$ ) were treated between 2019 and 2023 and were divided into 3 groups depending on the method of selective cerebral perfusion: antegrade unilateral perfusion ( $n=51$ ), antegrade bilateral perfusion ( $n=49$ ), and retrograde perfusion ( $n=12$ ). The endpoints of the study were cerebrovascular accident (CVA) in the early postoperative period and 30-day in-hospital mortality.

**Results.** In the bilateral antegrade cerebral perfusion group (biACP), the incidence of CVA in the early postoperative period ( $p=0.002$ ) and 30-day in-hospital mortality ( $p=0.006$ ) were statistically significantly lower. Acute cerebral circulatory failure in the postoperative period increases the risk of death by 7.977 times. The volumetric rate of selective perfusion in biACP is a statistically significant predictor of death, and biACP > 12.5 ml/kg/min when calculated for the true body weight according to Broc is associated with an increased risk of hospital mortality.

**Conclusions.** Bilateral antegrade cerebral perfusion is the preferred technique for selective cerebral perfusion as part of the cardiopulmonary bypass procedure in the surgical treatment of acute thoracic aortic dissection. Restrictive biACP tactics can reduce the risk of 30-day hospital mortality.

**Keywords:** cardiopulmonary bypass, aortic dissection, total hypothermic circulatory arrest, deep hypothermia, selective cerebral perfusion

**CONFLICT OF INTERESTS** Authors declare no conflict of interest

**FINANCING** The study was conducted without sponsorship

**For citation:** Zhuravel SV, Ivanov IV, Vladimirov VV, Sagirov MA, Statsura VE, Dolgasheva NS, et al. Selective cerebral perfusion during total hypothermic circulatory arrest in surgical treatment of acute thoracic aortic dissection. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2025;17(4):431–441. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-4-431-441>

биАПГМ – билатеральная антеградная перфузия головного мозга

ГМ – головной мозг

ДИ – доверительный интервал

ИК – искусственное кровообращение

ИМТ – индекс массы тела

ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии

ОССП – объемная скорость селективной перфузии

ОШ – отношение шансов

ПГОК – полная гипотермическая остановка кровообращения

ППТ – площадь поверхности тела

РПГМ – ретроградная перфузия головного мозга

СПГМ – селективная перфузия головного мозга

Т – температура тела

уАПГМ – унилатеральная антеградная перфузия головного мозга

SOFA – Sequential Organ Failure Assessment

### Введение

Реконструктивные вмешательства на дуге аорты представляют собой один из самых сложных разделов сердечно-сосудистой хирургии не только в отношении хирургической тактики, но и проведения искусственного кровообращения (ИК) [1]. Обеспечение ИК при оперативных вме-

шательствах на дуге аорты усложняется необходимостью обеспечения избирательного кровоснабжения головного мозга (ГМ) в период полной гипотермической остановки кровообращения (ПГОК) [2]. На сегодняшний день описано множество способов перфузии ГМ, мнения в вопросе выбора способа и метода разнятся, а согласие достигнуто лишь относительно необходимости

данной процедуры [3]. Способы технической реализации методики селективной перфузии ГМ разделяются на ретроградную (РПГМ), антеградную унилатеральную (уАПГМ) и антеградную билатеральную перфузию (биАПГМ) в порядке возрастания сложности подключения. Каждый способ имеет свои преимущества и недостатки, однако в условиях экстренного хирургического вмешательства при остром расслоении аорты клиническая картина дополнительно осложняется динамикой острого периода заболевания и зачастую предшествующей церебральной мальперфузией. Имеющиеся публикации по данной теме немногочисленны и свидетельствуют о сопоставимой эффективности всех способов перфузии ГМ [4–6], но, как правило, рассматривают проблему в рамках хирургии аорты в целом и не позволяют сформировать практический подход к данной категории пациентов, сходясь лишь во мнении необходимости селективной перфузии [7].

**Цель.** Целью нашего исследования было установление предпочтительного способа и режима селективной перфузии головного мозга во время полной гипотермической остановки кровообращения при хирургическом лечении острого расслоения грудного отдела аорты.

### Материал и методы

В ходе одноцентрового проспективного когортного исследования были изучены результаты лечения пациентов с острым расслоением грудного отдела аорты.

Критерии включения пациентов в исследование: проведение хирургического вмешательства в условиях ИК, подтвержденный диагноз острого расслоения аорты типа А по Стенфорду, экстренная госпитализация, возраст более 18 лет. Критериями исключения служили индекс при оценке по шкале SOFA более 12 баллов на момент госпитализации, индекс массы тела (ИМТ) более 40, возраст более 80 лет.

Конечными точками исследования являлись острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) в раннем послеоперационном периоде и 30-дневная госпитальная летальность.

В соответствии с критериями включения и исключения в исследование вошли 112 пациентов: 77 (68,8%) мужчин и 35 (31,2) женщин в возрасте от 31 до 75 лет,  $M \pm SD = 54,79 \pm 11,33$ .

Во всех наблюдениях проводили ИК в условиях ПГОК с селективной перфузией головного мозга (СПГМ): антеградная унилатеральная пер-

фузия ( $n=51$ ), антеградная билатеральная перфузия ( $n=49$ ) и ретроградная перфузия ( $n=12$ ). Унилатеральную перфузию ГМ выполняли посредством соединения артериальной магистрали переходником 3/8-3/8 дюйма с линейным сосудистым протезом диаметром 10 мм, сосудистый протез соединяли анастомозом «конец в бок» с подключичной артерией. Для осуществления билатеральной антеградной перфузии головного мозга (биАПГМ) использовали добавочные артериальные магистрали 3/8 и 1/4 дюйма, переходники 3/8-3/8-3/8, 3/8-1/4-1/4, 3/8-1/4, 1/4-LL (адаптер Люэра), ретроградные канюли 15 Fr с раздуваемой манжетой. Ретроградную перфузию проводили через канюлю верхней полых вен (28/30/32 Fr). Контроль перфузии ГМ осуществляли методом церебральной оксиметрии аппаратом Invos 5100C («Medtronic», США), избегая снижения показателя тканевой оксигенации ( $rSO_2$ ) более чем на 20% от базовых в границах 55–75%. Защиту миокарда осуществляли раствором «Кустодиол» ретроградно.

ИК применяли при лечении 112 (100%) пациентов с острым расслоением аорты типа А по Стенфорду. ИК выполняли на аппаратах Stockert C5, S5 («Sorin», США). Для осуществления венозного дренажа выполняли раздельную канюляцию верхней и нижней полых вен (использовали канюли размерами 32, 34, 36 Fr), и в зависимости от уровня диссекции выполняли канюляцию бедренных артерий, аорты, правой подключичной артерии, правой подмышечной артерии или брахиоцефального ствола (применяли канюли размерами 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24 Fr) для возврата крови. Расчет системной объемной скорости кровообращения производили с индексом перфузии 2,7. Идеальный вес рассчитывали по оригинальной формуле Брока без поправок (1871): Идеальный вес [кг] = рост [см] – 100 [8]. Площадь поверхности тела (ППТ) рассчитывали по формуле Дюбуа (1916):  $ППТ [m^2] = 0,007184 \times \text{рост [см]}^{0,725} \times \text{вес [кг]}^{0,425}$ . Объемную скорость селективной перфузии (ОСПП) рассчитывали на идеальный вес.

Данные об антропометрических параметрах пациентов и периоперационные показатели представлены в табл. 1, из которой видно, что, несмотря на глубину гипотермии, все пациенты к концу операции согревались до нормальных значений, что увеличивало длительность ИК.

ОНМК диагностировали на основании данных неврологического осмотра, электроэнцефалографии, а также магнитно-резонансной томографии

либо компьютерной томографии. В первые сутки послеоперационного периода после стабилизации состояния пациентов отключали от седации с целью оценки уровня сознания, при установлении неврологического дефицита выполняли инструментальные исследования. Данные о частоте наблюдений ОНМК и госпитальной летальности представлены в табл. 2, свидетельствуя о сопоставимости результатов лечения с данными мировой практики.

**Таблица 1. Описательная характеристика периоперационных данных**

**Table 1. Descriptive characteristics of perioperative data**

Показатели, n=112	M±SD / Me	95% [ДИ] / (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )
Возраст, лет, M±SD	54,79±11,33	[52,66–56,91]
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> , Me	28,65	(25,70;31,23)
ППТ, м <sup>2</sup> , Me	2,09	(1,87;2,20)
Рост, см, M±SD	173,92±10,10	[172,03–175,81]
Вес, кг, M±SD	88,62±18,49	[85,16–92,09]
Идеальный вес, кг, M±SD	73,92±10,10	[72,03–75,81]
Идеальный ИМТ, кг/м <sup>2</sup> , Me	24,49	(23,88;24,70)
Идеальная ППТ, м <sup>2</sup> , M±SD	1,88±0,20	[1,85–1,92]
Длительность ИК, минут, Me	180,00	(153,00;230,00)
Длительность поперечного зажима, минут, Me	98,50	(79,75;141,25)
ПГОК, минут, Me	29,00	(23,00;38,00)
Т ПГОК, С°, Me	25,45	(23,95;26,60)
ОССП, мл/кг/мин, M±SD	11,40±3,00	[10,83–11,96]
Диурез, мл, M±SD	2108,33±1245,76	[1827,46–2389,21]
Кровопотеря, мл, Me	2000,00	(1500,00;2500,00)
Гемоглобин при переводе в ОРИТ, г/л, M±SD	92,96±11,24	[89,93–96,00]
Уровень альбумина при переводе в ОРИТ, г/л, M±SD	30,65±4,63	[29,62–31,68]
Т при переводе в ОРИТ, С°, Me	36,50	(35,70;36,90)
Длительность пребывания в ОРИТ, суток, Me	6,00	(4,00;12,25)
Срок госпитализации, суток, Me	15,50	(10,00;21,00)

Примечания: ИМТ – индекс массы тела, ППТ – площадь поверхности тела, ИК – искусственное кровообращение, ПГОК – полная гипотермическая остановка кровообращения, Т – температура тела, ОССП – объемная скорость селективной перфузии, ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии, М – средняя величина, SD – стандартное отклонение, Me – медиана, Q – квартиль, n – число наблюдений, ДИ – доверительный интервал

**Таблица 2. Описательная характеристика осложнений и результатов лечения**

**Table 2. Descriptive characteristics of complications and treatment outcomes**

Показатели	Категории	n	%	95% [ДИ]
ОНМК	Наличие	41	36,6	[27,7–46,2]
	Отсутствие	71	63,4	[53,8–72,3]
Исход	Выписка	81	72,3	[63,1–80,4]
	Смерть	31	27,7	[19,6–36,9]

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 4.8.3 (разработчик – ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе обследуемых менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе обследуемых более 50). Количественные показатели, выборочное распределение которых соответствовало нормальному, описывали с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). В качестве меры репрезентативности для средних значений указывали границы 95% доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q<sub>1</sub>;Q<sub>3</sub>). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. 95% ДИ для процентных долей рассчитывали по методу Клоппера–Пирсона. Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого в каждой из групп соответствовало нормальному, выполняли с помощью однофакторного дисперсионного анализа, апостериорные сравнения проводили с помощью критерия Тьюки (при условии равенства дисперсий) и критерия Геймса–Хауэлла (при неравных дисперсиях). Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполняли с помощью критерия Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона. Апостериорные сравнения выполняли с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона с поправкой Холма. В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей рассчитывали отношение шансов (ОШ) с 95% ДИ (ОШ; 95% ДИ). Направление и теснота корреляцион-



ной связи между двумя количественными показателями оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличном от нормального). Прогностическую модель, характеризующую зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывали с помощью метода линейной регрессии. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого в каждой из групп соответствовало нормальному, при условии равенства дисперсий выполняли с помощью t-критерия Стьюдента. Для оценки дискриминационной способности количественных признаков при прогнозировании определенного исхода применяли метод анализа ROC-кривых.

Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определяли по наивысшему значению индекса Юдена. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты

В настоящем исследовании была проведена сравнительная оценка параметров групп пациентов в зависимости от способа СПГМ: уАПГМ, биАПГМ и РПГМ. Представленные параметры трех групп (табл. 3) не имели статистически значимой разницы по большинству показателей, что говорит о сопоставимости интраоперационной тактики лечения, однако в группе РПГМ стати-

**Таблица 3. Сравнительная характеристика групп в зависимости от способа селективной перфузии головного мозга**  
**Table 3. Comparative characteristics of groups depending on the method of selective cerebral perfusion**

Показатели	Селективная перфузия головного мозга			p
	Антеградная унилатеральная, n=51	Антеградная билатеральная, n=49	Ретроградная, n=12	
Возраст, лет, M (SD)	54,22 (10,87)	55,14 (12,56)	55,75 (8,17)	0,878
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> , Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	28,70 (25,35;30,95)	29,30 (25,70;32,20)	28,35 (26,90;29,85)	0,882
ППТ, м <sup>2</sup> , M (SD)	2,03 (0,25)	2,06 (0,28)	2,13 (0,13)	0,164
Рост, см, M (SD)	172,94 (9,70)	173,84 (11,30)	178,42 (4,36)	0,101
Вес, кг, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	87,00 (72,50;98,00)	90,00 (70,00;101,00)	90,00 (86,50;95,00)	0,688
Идеальный вес, кг, M (SD)	72,94 (9,70)	73,84 (11,30)	78,42 (4,36)	0,113
Идеальный ИМТ, кг/м <sup>2</sup> , Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	24,49 (23,88;24,69)	24,44 (23,88;24,78)	24,63 (24,49;24,76)	0,212
Идеальная ППТ, м <sup>2</sup> , M (SD)	1,86 (0,18)	1,89 (0,22)	1,87 (0,08)	0,091
Длительность ИК, минут, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	178,50 (151,25; 229,25)	179,00 (153,00; 216,00)	216,00 (176,75; 245,25)	0,275
Длительность поперечного зажима, минут, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	100,00 (79,50;155,00)	98,00 (79,00;133,00)	105,00 (82,00;129,25)	0,965
ПГОК, минут, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	30,00 (23,00; 41,00)	29,00 (23,00; 38,00)	24,00 (21,50; 28,25)	0,138
Т ПГОК, С°, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	25,50 (24,05;26,55)	26,00 (24,90;27,20)	18,85 (18,38;20,10)	<0,001* антеградная унилатеральная – ретроградная p<0,001 антеградная билатеральная – ретроградная p<0,001
ОССП, мл/кг/мин, M (SD)	11,56 (2,75)	11,95 (2,88)	8,44 (3,08)	<0,001* антеградная билатеральная – ретроградная p<0,001 антеградная унилатеральная – ретроградная p=0,003
Диурез, мл, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	2000,00 (1425,00;2800,00)	1675,00 (950,00;2525,00)	3300,00 (1675,00;3850,00)	0,091
Кровопотеря, мл, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	2000,00 (1500,00;2500,00)	2000,00 (1525,00;2500,00)	2000,00 (1725,00;2625,00)	0,945
Гемоглобин, г/л, M (SD)	91,43 (9,55)	93,73 (11,66)	91,25 (14,93)	0,775
Альбумин, г/л, M (SD)	30,33 (4,40)	30,38 (5,02)	33,34 (3,22)	0,226
Т при переводе в ОПИТ, С°, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	36,70 (36,02;37,60)	36,45 (35,50;36,60)	36,90 (36,40;37,05)	0,059
Длительность пребывания в ОПИТ, суток, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	5,00 (4,00;14,00)	7,00 (4,00;12,00)	6,00 (5,00;7,50)	0,959
Срок госпитализации, суток, Me (Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> )	17,00 (11,00;21,00)	14,50 (9,75;21,00)	18,00 (10,00;22,50)	0,856

Примечания: Т – температура тела, M – средняя величина, SD – стандартное отклонение, Me – медиана, Q – квартиль, n – число наблюдений, p – уровень значимости, \* – уровень значимости множественного сравнения

Таблица 4. Сравнительная характеристика осложнений и результатов лечения в зависимости от способа селективной перфузии головного мозга

Table 4. Comparative characteristics of complications and treatment outcomes depending on the method of selective cerebral perfusion

Показатели	Категории	Селективная перфузия головного мозга			p
		Антеградная унилатеральная	Антеградная билатеральная	Ретроградная	
ОНМК, абс. (%)	Наличие	25 (49,0%)	9 (18,4%)	7 (58,3%)	0,002* антеградная унилатеральная – антеградная билатеральная p=0,004 антеградная билатеральная – ретроградная p=0,010
	Отсутствие	26 (51,0%)	40 (81,6%)	5 (41,7%)	
Исход, абс. (%)	Выписка	31 (60,8%)	43 (87,8%)	7 (58,3%)	0,006* антеградная унилатеральная – антеградная билатеральная p=0,006 антеградная билатеральная – ретроградная p=0,035
	Смерть	20 (39,2%)	6 (12,2%)	5 (41,7%)	

Примечания: абс. – абсолютное значение, p – уровень значимости, \* – уровень значимости множественного сравнения

стически значимо ниже была температура ПГОК и ОССП, что обусловлено особенностями техники РПГМ ( $p<0,001$ ).

При сравнительном анализе групп (табл. 4) была выявлена статистически значимая разница в числе диагностированных эпизодов ОНМК в послеоперационном периоде ( $p=0,002$ ). В группе биАПГМ частота встречаемости ОНМК была статистически значимо ниже, чем в группе уАПГМ ( $p=0,004$ ) и группе РПГМ ( $p=0,010$ ). Госпитальная летальность также была статистически значимо ниже в группе биАПГМ ( $p=0,006$ ), что свидетельствует о преимуществах методики биАПГМ.

С помощью метода  $\chi^2$  Пирсона с поправкой Холма нами была установлена статистически значимая связь фактора ОНМК с исходом лечения (табл. 5, рис. 1). Шансы выписки в группе наличия ОНМК были ниже в 7,977 раза по сравнению с группой отсутствия ОНМК, различия шансов были статистически значимыми (ОШ=0,125; 95% ДИ [0,049–0,318]).

Таблица 5. Анализ исхода в зависимости от острого нарушения мозгового кровообращения

Table 5. Analysis of outcome with consideration of cerebrovascular accident

Показатель	Категории	ОНМК		p
		Отсутствие	Наличие	
Исход	Смерть	9 (12,7)	22 (53,7)	<0,001
	Выписка	62 (87,3)	19 (46,3)	

На следующем этапе исследования, после получения данных о преимуществах биАПГМ, нами были проанализированы результаты лечения пациентов в группе биАПГМ ( $n=49$ ).

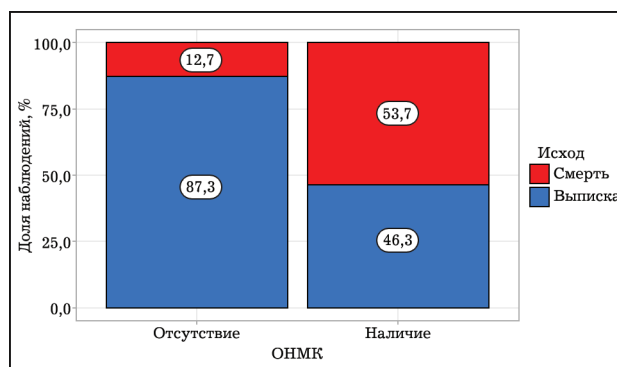


Рис. 1. Анализ исхода в зависимости от острого нарушения мозгового кровообращения

Fig. 1. Analysis of outcome with consideration of cerebrovascular accident

С использованием метода t-критерия Стьюдента были установлены статистически значимые различия ( $p=0,013$ ) при анализе результатов лечения в зависимости от ОССП (табл. 6).

Таблица 6. Анализ зависимости результата от объемной скорости селективной перфузии

Table 6. Analysis of the relationship of the result from the selective perfusion volume rate

Показатель	Категории	ОССП, мл/кг/мин			p
		M±SD	95% [ДИ]	n	
Исход	Выписка	11,57±2,66	[10,75–12,39]	43	0,013
	Смерть	14,64±3,19	[11,29–17,99]	6	

При оценке дискриминационной способности прогнозирования смертельного исхода с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая (рис. 2). Полученное значение площади под ROC-

кривой ( $AUC=0,789$ ) позволило установить хорошее ( $0,7-0,8$ ) качество модели.

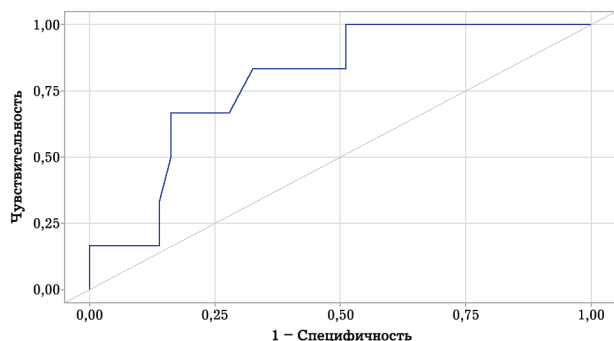


Рис. 2. ROC-кривая, характеризующая дискриминационную способность объемной скорости селективной перфузии при прогнозировании исхода

Fig. 2. ROC curve characterizing the discriminatory ability of the selective perfusion volume rate in predicting the outcome

Использование J-статистики Юдена позволило рассчитать пороговое значение ОССП (табл. 7, рис. 3) при обеспечении биАПГМ на этапе ПГОК.

Таблица 7. Анализ дискриминационной способности объемной скорости селективной перфузии

Table 7. Analysis of the discriminatory ability of the selective perfusion volume rate

Порог	Чувствительность (Se), %	Специфичность (Sp), %
12,50	83,3	67,4

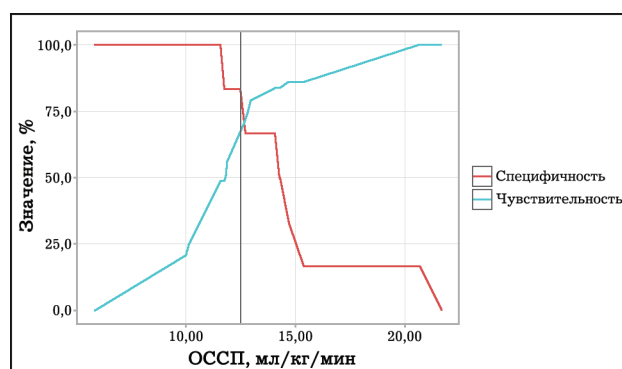


Рис. 3. Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений оценок вероятности смертельного исхода

Fig. 3. Analysis of sensitivity and specificity of the model depending on the threshold values of death probability estimates

Было установлено, что ОССП является статистически значимым предиктором смертельного исхода ( $AUC=0,789$ ; 95% ДИ  $[0,564-0,998]$ ,

$p=0,023$ ). Пороговое значение ОССП в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 12,50. Смертельный исход прогнозировался при значении ОССП выше данной величины. Чувствительность и специфичность полученной прогностической модели составили 83,3% и 67,4% соответственно.

## Обсуждение

Полученные в ходе исследования данные позволили установить наличие статистически значимой разницы в частоте осложнений (ОНМК) и результатах лечения в группах с различной тактикой СПГМ, что свидетельствует о преимуществах применения биАПГМ на этапе полной гипотермической остановки кровообращения при хирургическом лечении пациентов с острым расслоением грудного отдела аорты. Данные имеющихся публикаций свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий при использовании различных методов СПГМ, однако указывают на меньшую частоту случаев послеоперационной ОНМК при биАПГМ [9, 10]. Техника уАПГМ, в свою очередь, требует предоперационной оценки анатомии виллизиева круга, что не всегда представляется возможным при экстренном хирургическом вмешательстве по жизненным показаниям [11]. Потенциальным преимуществом техники РПГМ является вымывание эмболов из артерий ретроградным током крови, однако большим ограничением является неравномерное распределение объема перфузии по причине ограничения объемной скорости по давлению [12, 13]. Так, в нашем исследовании статистически значимые отличия минимальной температуры и объемной скорости перфузии ГМ в группе РПГМ обусловлены ограничением скорости перфузии по давлению в верхней полой вене, а более глубокий уровень гипотермии был призван компенсировать пониженную скорость СПГМ с точки зрения органопротекции. Установленная связь фактора ОНМК с исходом лечения показала ожидаемо больший риск смертельного исхода у пациентов с ОНМК в послеоперационном периоде при сравнении с их неосложненной категорией. ОССП ГМ является предметом обсуждения на протяжении долгого времени, так как требует индивидуального баланса во избежание кровоизлияний, отека и ишемических повреждений ГМ [14, 15]. Согласно имеющейся литературе, при антеградной СПГМ ориентиром служит значение ОССП ГМ 10–15 мл/кг/мин

при давлении 40–80 мм рт.ст. в правой лучевой артерии, а при ретроградной СПГМ – 100–500 мл/мин при ограничении давления в 20 мм рт.ст. во внутренней яремной вене [3, 16–18], однако данные значения не привязаны к типу канюляции и методике СПГМ, не указывают на способ расчета веса пациента, тогда как фактическая и идеальная масса тела у пациентов различаются существенно. Это затрудняет выбор режима перфузии ГМ в реальных клинических условиях. Получив лучшие результаты при использовании биАПГМ в сравнении с другими методиками, мы сочли целесообразным оценить связь ОССП с результатами лечения. При детальном исследовании было установлено, что ОССП является значимым предиктором исхода лечения, а проведенный ROC-анализ позволил установить пороговое значение ОССП при биАПГМ в 12,5 мл/кг/мин из расчета на идеальную массу тела, при превышении которого риск смертельного исхода возрастал.

Полученные данные указывают на необходимость продолжения исследований и дополнительного анализа данных с учетом всех аспектов интраоперационного лечения и индивидуальных характеристик пациентов для улучшения

результатов лечения при остром расслоении грудного отдела аорты.

## Выводы

1. Билатеральная антеградная перфузия головного мозга в рамках процедуры искусственного кровообращения при хирургическом лечении острого расслоения грудного отдела аорты обеспечивает статистически значимо наименьшую частоту эпизодов острого нарушения мозгового кровообращения в раннем послеоперационном периоде (18,4%,  $p=0,002$ ) и наименьшую 30-дневную госпитальную летальность (12,2%,  $p=0,006$ ).

2. Острое нарушение мозгового кровообращения в послеоперационном периоде увеличивает риск смертельного исхода в 7,977 раза (ОШ=0,125; 95% ДИ [0,049–0,318],  $p<0,001$ ).

3. Увеличение объемной скорости селективной перфузии при билатеральной антеградной перфузии головного мозга выше 12,5 мл/кг/мин ( $Se=83,3\%$ ,  $Sp=67,4\%$ ) ведет к возрастанию риска 30-дневной госпитальной летальности ( $AUC=0,789$ ; 95% ДИ [0,564–0,998],  $p=0,023$ ), что указывает на целесообразность рестриктивной тактики перфузии головного мозга.



## Список литературы/References

1. Пономаренко И.В., Панфилов Д.С., Сондуев Э.Л., Козлов Б.Н. Основные аспекты искусственного кровообращения при операциях на дуге аорты. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2021;36(4):120–124. Ponomarenko IV, Panfilov DS, Sonduev EL, Kozlov BN. The main issues of cardiopulmonary bypass in aortic arch surgery. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2021;36(4):120–124. (In Russ.). <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2021-36-4-120-124>
2. Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Аксельрод Б.А., Гуськов Д.А., Федулова, С.В., Еременко А.А. и др. Защита головного мозга и внутренних органов при реконструктивных вмешательствах на дуге аорты: особенности интраоперационной тактики и мониторинга. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2016;20(4):34–44. Belov YuV, Charchyan ER, Akselrod BA, Guskov DA, Fedulova SV, Eremenko AA, et al. Cerebral and visceral organ protection during aortic arch surgery. Intraoperative tactics and monitoring details. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiohirurgiya*. 2016;20(4):34–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.21688-1681-3472-2016-4-34-44>
3. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, et al.; ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561–632. PMID: 34453165 <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>
4. Тарабарко Н.Н., Семеновский М.Л., Акопов Г.А., Попцов В.Н. Ретроградная перфузия головного мозга как метод его защиты во время гипотермической остановки кровообращения при операциях на восходящем отделе и дуге аорты. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2011;13(3):41–45. Tarabarko NN, Semenovskiy ML, Akopov GA, Poptsov VN. Retrograde cerebral perfusion as method of brain protection during operations on ascending and transverse aorta with hypothermic circulatory arrest. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2011;13(3):41–45. (In Russ.). <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2011-3-41-45>
5. Angeloni E, Melina G, Refice SK, Roscitano A, Capuano F, Comito C, et al. Unilateral versus bilateral antegrade cerebral protection during aortic surgery: an updated meta-analysis. *Ann Thorac Surg*. 2015;99(6):2024–2031. PMID: 25890664 <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.01.070>
6. Samanidis G, Kanakis M, Khoury M, Balanika M, Antoniou T, Giannopoulos N, et al. Antegrade and retrograde cerebral perfusion during acute type A aortic dissection repair in 290 patients. *Heart Lung Circ*. 2021;30(7):1075–1083. PMID: 33495130 <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2020.12.007>
7. O'Hara D, McLarty A, Sun E, Itagaki S, Tannous H, Chu D, et al. Type-A aortic dissection and cerebral perfusion: The Society of Thoracic Surgeons Database Analysis. *Ann Thorac Surg*. 2020;110(5):1461–1467. PMID: 32599034 <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.04.144>
8. Chichester S, Holmes TM, Hubbard J. Ideal body weight: a commentary. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;46:246–250. PMID: 34857204 <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.09.746>
9. Piperata A, Watanabe M, Pernot M, Metras A, Kalscheuer G, Avesani M, et al. Unilateral versus bilateral cerebral perfusion during aortic surgery for acute type A aortic dissection: a multicentre study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2022;61(4):828–835. PMID: 34302165 <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezab341>
10. Angeloni E, Benedetto U, Takkenberg JJ, Stigliano I, Roscitano A, Melina G, et al. Unilateral versus bilateral antegrade cerebral protection during circulatory arrest in aortic surgery: a meta-analysis of 5100 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147(1):60–67. PMID: 23142122 <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.10.029>
11. Czerny M, Grabenwöger M, Berger T, Aboyans V, Della Corte A, Chen EP, et al. EACTS/STS Guidelines for diagnosing and treating acute and chronic syndromes of the aortic organ. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2024;65(2):ezad426. PMID: 38408364 <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezad426>
12. Ehrlich MP, Hagl C, McCullough JN, Zhang N, Shiang H, Bodian C, et al. Retrograde cerebral perfusion provides negligible flow through brain capillaries in the pig. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;122(2):331–338. PMID: 11479507 <https://doi.org/10.1067/mtc.2001.115244>
13. Carrel T, Schmiady M, Ouda A, Vogt PR. Uni- versus bilateral antegrade cerebral perfusion during repair of acute aortic dissection: Still a discussed matter! *JTCVS Tech*. 2022;17:18–22. PMID: 36820344 <https://doi.org/10.1016/j.xjtc.2022.10.012>
14. Zhu Y, Lingala B, Baiocchi M, Tao JJ, Toro Arana V, Khoo JW, et al. Type A Aortic Dissection-Experience Over 5 Decades: JACC Historical Breakthroughs in Perspective. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(14):1703–1713. PMID: 33004136 <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.07.061>
15. Faltermeier CM, Burke CR. Cerebral perfusion and protection during repair of type A dissection. *Cardiol Clin*. 2025;43(2):307–316. PMID: 40268358 <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2024.09.009>
16. Sun S, Chien CY, Fan YF, Wu SJ, Li JY, Tan YH, et al. Retrograde cerebral perfusion for surgery of type A aortic dissection. *Asian J Surg*. 2021;44(12):1529–1534. PMID: 33888364 <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2021.03.047>
17. Yang J, Gu J, Song Y. Transcranial Doppler monitoring for Stanford type A aortic dissection surgery. *Asian J Surg*. 2023;46(12):5826–5827. PMID: 37659927 <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2023.08.158>
18. Berger T, Rylski B, Czerny M, Kreibich M. Selective antegrade cerebral perfusion: how to perfuse? *Eur J Cardiothorac Surg*. 2023;63(4):ezad139. PMID: 37042728 <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezad139>

## Информация об авторах

<b>Сергей Владимирович Журавель</b>	доц., д-р мед. наук, заведующий научным отделением анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-9992-9260">https://orcid.org/0000-0002-9992-9260</a> , zhuravelsv@sklif.mos.ru 25% – авторство идеи, сбор и обработка материала, написание текста, окончательное утверждение текста
<b>Иван Валерьевич Иванов</b>	канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-6648-9385">https://orcid.org/0000-0002-6648-9385</a> , ivanoviv@sklif.mos.ru 25% – авторство идеи, сбор и обработка материала, написание текста, окончательное утверждение текста
<b>Виталий Васильевич Владимиров</b>	канд. мед. наук, врач сердечно-сосудистый хирург отделения кардиохирургии № 2 ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-4026-8082">https://orcid.org/0000-0002-4026-8082</a> , vladimirovv@sklif.mos.ru 10% – авторство идеи, сбор и обработка материала, написание текста
<b>Марат Анварович Сагиров</b>	канд. мед. наук, заведующий научным отделом неотложной кардиохирургии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-2971-9188">https://orcid.org/0000-0002-2971-9188</a> , sagirovma@sklif.mos.ru 10% – концепция и дизайн исследования, редактирование текста, проверка принципиально важного интеллектуального содержания
<b>Виктория Эдуардовна Стацура</b>	канд. мед. наук, научный сотрудник отделения анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-5060-7041">https://orcid.org/0000-0002-5060-7041</a> , aleksandrovave@sklif.mos.ru 5% – концепция и дизайн исследования, редактирование текста
<b>Надежда Сергеевна Долгашева</b>	младший научный сотрудник отделения анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-4347-050X">https://orcid.org/0000-0002-4347-050X</a> , dolgashEVans@sklif.mos.ru 5% – концепция и дизайн исследования, редактирование текста
<b>Ирина Игоревна Гончарова</b>	канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-5685-4916">https://orcid.org/0000-0002-5685-4916</a> , goncharovaii@sklif.mos.ru 5% – концепция и дизайн исследования, редактирование текста
<b>Наталья Константиновна Кузнецова</b>	канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-2824-1020">https://orcid.org/0000-0002-2824-1020</a> , kuznetsovank@sklif.mos.ru 5% – предложения по улучшению качества работы, редактирование текста
<b>Алексей Михайлович Талызин</b>	канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0003-0830-2313">https://orcid.org/0000-0003-0830-2313</a> , talyzinam@sklif.mos.ru 5% – предложения по улучшению качества работы, редактирование текста
<b>Леонид Сергеевич Коков</b>	акад. РАН, проф., д-р мед. наук, заведующий научным отделом неотложной кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <a href="https://orcid.org/0000-0002-3167-3692">https://orcid.org/0000-0002-3167-3692</a> , kokovls@sklif.mos.ru 5% – предложения по улучшению качества работы, проверка принципиально важного интеллектуального содержания

## Information about the authors

<b>Sergey V. Zhuravel</b>	Assoc. Prof., Dr. Sci. (Med.), Head of the Scientific Anesthesiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-9992-9260">https://orcid.org/0000-0002-9992-9260</a> , zhuravelsv@sklif.mos.ru 25%, author of the idea, data collection and processing, writing the text, final approval of the text
<b>Ivan V. Ivanov</b>	Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Department of Anesthesiology, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-6648-9385">https://orcid.org/0000-0002-6648-9385</a> , ivanoviv@sklif.mos.ru 25%, author of the idea, data collection and processing, writing the text, final approval of the text
<b>Vitaliy V. Vladimirov</b>	Cand. Sci. (Med.), Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department No. 2, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-4026-8082">https://orcid.org/0000-0002-4026-8082</a> , vladimirovv@sklif.mos.ru 10%, author of the idea, data collection and processing, writing the text
<b>Marat A. Sagirov</b>	Cand. Sci. (Med.), Head of the Scientific Department of Emergency Cardiac Surgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-2971-9188">https://orcid.org/0000-0002-2971-9188</a> , sagirovma@sklif.mos.ru 10%, study concept and design, text editing, checking for fundamental intellectual content
<b>Viktoriya E. Statsura</b>	Cand. Sci. (Med.), Research Associate, Anesthesiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-5060-7041">https://orcid.org/0000-0002-5060-7041</a> , aleksandrovave@sklif.mos.ru 5%, study concept and design, text editing
<b>Nadezhda S. Dolgasheva</b>	Junior Research Associate, Anesthesiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-4347-050X">https://orcid.org/0000-0002-4347-050X</a> , dolgashevans@sklif.mos.ru 5%, study concept and design, text editing
<b>Irina I. Goncharova</b>	Cand. Sci. (Med.), Senior Research Associate, Anesthesiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-5685-4916">https://orcid.org/0000-0002-5685-4916</a> , goncharovaii@sklif.mos.ru 5%, study concept and design, text editing
<b>Nataliya K. Kuznetsova</b>	Cand. Sci. (Med.), Leading Research Associate, Anesthesiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-2824-1020">https://orcid.org/0000-0002-2824-1020</a> , kuznetsovank@sklif.mos.ru 5%, suggestions for improving the quality of the work, text editing
<b>Aleksey M. Talyzin</b>	Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Anesthesiology Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0003-0830-2313">https://orcid.org/0000-0003-0830-2313</a> , talyzinam@sklif.mos.ru 5%, suggestions for improving the quality of work, text editing
<b>Leonid S. Kokov</b>	Academician of the Russian Academy of Sciences, Prof., Dr. Sci. (Med.), Head of the Scientific Department of Emergency Cardiology and Cardiovascular Surgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, <a href="https://orcid.org/0000-0002-3167-3692">https://orcid.org/0000-0002-3167-3692</a> , kokovls@sklif.mos.ru 5%, suggestions for improving the quality of work, checking for fundamental intellectual content

Статья поступила в редакцию 23.06.2025;  
одобрена после рецензирования 21.07.2025;  
принята к публикации 29.09.2025

The article was received on June 23, 2025;  
approved after reviewing on July 21, 2025;  
accepted for publication on September 29, 2025