

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-62-72>

УДК: 616.13 – 007.64

© Аксельрод Б.А., Дымова О.В., Губко А.В., Гуськов Д.А., Чарчян Э.Р., Еременко А.А., Гончарова А.В., Гладышева В.Г., 2024

Оригинальная статья/Original article



ПЕРИОПЕРАЦИОННАЯ ДИНАМИКА ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ТРОПОНИНА I У ПАЦИЕНТОВ, ОПЕРИРОВАННЫХ НА ВОСХОДЯЩЕМ ОТДЕЛЕ И ДУГЕ АОРТЫ. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Б.А. АКСЕЛЬРОД, О.В. ДЫМОВА, А.В. ГУБКО, Д.А. ГУСЬКОВ, Э.Р. ЧАРЧЯН, А.А. ЕРЕМЕНКО, А.В. ГОНЧАРОВА, В.Г. ГЛАДЫШЕВА

ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Москва, Россия

Резюме

Введение. В настоящее время высокочувствительный тропонин I используется не только для диагностики инфаркта миокарда, но и повреждения миокарда во время кардиохирургических операций. Пациенты с патологией грудной аорты являются одной из самых сложных категорий пациентов, однако информативность ВЧТ во время реконструкции грудного отдела аорты изучена недостаточно.

Цель исследования. Определить взаимосвязь между динамикой высокочувствительного тропонина I и риском развития послеоперационных осложнений у пациентов, оперированных на грудном отделе аорты.

Методы исследования. Проспективное обсервационное одноцентровое исследование, в которое вошли пациенты, оперированные на восходящем отделе аорты и дуге аорты. Осуществлялся забор проб крови на тропонин I перед вводимой анестезией, в конце операции и через 6 часов после окончания.

Результаты исследования. В исследование вошли 112 пациентов, из которых 58 были выполнены операции на восходящем отделе аорты и 54 дуги аорты. Обнаружена прямая связь периоперационного роста высокочувствительного тропонина I со временем искусственного кровообращения, ишемии миокарда как в конце операции ($R = 0,4$ $p < 0,001$; $R = 0,55$ $p < 0,001$), так и через 6 часов ($R = 0,43$ $p < 0,001$; $R = 0,52$ $p < 0,001$). В послеоперационном периоде потребность в инотропной поддержке ≥ 24 часов наблюдалась у 8 пациентов из группы восходящей аорты и 7 пациентов из группы дуги аорты. Методом ROC-анализа получены уровни cut-off для тропонина I: в конце операции более 1,04 нг/мл (чувствительность 75 %, специфичность 71,3 %, AUC 0,785), через 6 часов после операции более 1,565 нг/мл (чувствительность 81,3 %, специфичность 71,6 %, AUC 0,794).

Заключение. Высокочувствительный тропонин I является значимым предиктором осложнений в послеоперационном периоде и обладает высоким уровнем чувствительности и средним уровнем специфичности для прогноза развития сердечной недостаточности в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: кардиохирургия, высокочувствительный тропонин I, дуга аорты, сердечная недостаточность

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Аксельрод Б.А., Дымова О.В., Губко А.В., Гуськов Д.А., Чарчян Э.Р., Еременко А.А., Гончарова А.В., Гладышева В.Г. Периоперационная динамика высокочувствительного тропонина I у пациентов, оперированных на восходящем отделе и дуге аорты. Сравнительное проспективное исследование. *Московский хирургический журнал*, 2024. № 3. С. 62–72. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-62-72>

Вклад авторов: все авторы внесли равноценный вклад в написание статьи.

PERIOPERATIVE CHANGES IN HIGH-SENSITIVITY TROPONIN I IN THORACIC AORTA SURGERY PATIENTS. PROSPECTIVE COMPARATIVE TRIAL

BORIS A. AKSELROD, OLGA V. DYMOVA, ARTYOM V. GUBKO, DENIS A. GUSKOV, EDUARD R. CHARCHYAN, ALEXANDER A. EREMENTKO, ALEVITINA V. GONCHAROVA, VERA G. GLADYSHEVA

Federal State Budgetary Institution "RNC named after Academician B.V. Petrovsky", 119435, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Patients with thoracic aortic pathology are one of the most difficult categories of patients, however, the informative value of high-sensitive troponin I during reconstruction of thoracic aorta needs to be investigated further.

Aim. To determine the correlation between the high-sensitive troponin I and risk of postoperative complications in patients operated on thoracic aorta.

Methods. A prospective observational single-center study, which included patients operated on the ascending aorta and aortic arch. Blood samples were taken for troponin I before the induction of anesthesia, at the end of the operation and 6 hours after the end.

Results. The study included 112 patients, 58 of them underwent surgery on ascending aorta and 54 on aortic arch. Correlation between growth of highly sensitive troponin I was observed with time of artificial circulation, myocardial ischemia both at the end of the operation ($R = 0,4$ $p < 0,001$; $R = 0,55$ $p < 0,001$) and after 6 hours ($R = 0,43$ $p < 0,001$; $R = 0,52$ $p < 0,001$). In the postoperative period, the need for inotropic support for ≥ 24 hours was observed in 8 patients in ascending aorta group and 7 patients in aortic arch group. ROC analysis for inotropic support showed cut-off levels for troponin I: at the end of surgery, more than 1,04 ng/ml (sensitivity 75 %, specificity 71,3 %, AUC 0,785), 6 hours after surgery, more than 1,565 ng/ml (sensitivity 81,3 %, specificity 71,6 %, AUC 0,794).

Conclusion. Highly sensitive troponin I is a significant predictor of inotropic support requirement in the postoperative period.

Key words: aortic aneurysm, thoracic, troponin I, cardiotoxic agents, aneurysm, aortic arch, myocardial failure

Conflict of interests: none.

For citation: Akselrod B.A., Dymova O.V., Gubko A.V., Guskov D.A., Charchyan E.R., Eremenko A.A., Goncharova A.V., Gladysheva V.G. Perioperative dynamics of highly sensitive troponin I in patients operated on the ascending and aortic arch. A comparative prospective study. *Moscow Surgical Journal*, 2024, № 3, pp. 62–72. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-62-72>

Contribution of the authors: all the authors made an equivalent contribution to the writing of the article.

Введение

В кардиохирургии высокочувствительные тропонины (ВЧТ) показали высокие уровни чувствительности и специфичности в прогнозировании сердечно-сосудистой недостаточности и потребности в инфузии кардиотонических и вазопрессорных препаратов [1, 2]. После выполнения операций реваскуляризации миокарда ВЧТ могут повышаться при отсутствии необратимых изменений миокарда, что увеличивает значимость количественного анализа уровня тропонина для оценки объема ишемического повреждения миокарда [3]. Согласно международным рекомендациям для дифференциальной диагностики между ишемическим и неишемическим повреждением миокарда при повышении ВЧТ следует проводить серийные измерения.

В настоящее время продолжают дискуссии о нормальных уровнях ВЧТ для диагностики повреждения миокарда, прогнозировании сердечно-сосудистой недостаточности и риска летального исхода у различных категорий кардиохирургических пациентов. Пациенты с патологией аорты являются одной из самых сложных для кардиохирургической команды категории пациентов, однако информативность ВЧТ во время реконструкции грудного отдела аорты изучена недостаточно.

Цель исследования. Определить взаимосвязь между динамикой высокочувствительного тропонина I и риском развития послеоперационных осложнений у пациентов, оперированных на восходящем отделе и дуге аорты

Материалы и методы

Дизайн исследования

Проспективное обсервационное одноцентровое.

Критерии включения: возраст 18–75 лет, реконструктивные операции при аневризмах восходящего отдела и дуги аорты.

Критерии исключения: невозможность анализа хотя бы одной из трех проб пациента из-за преаналитических погрешностей (гемолиз).

Забор крови с целью определения концентрации биомаркеров осуществлялся на трёх последовательных этапах:

1. До операции.
2. В конце операции.
3. Через 6 часов после окончания оперативного вмешательства.

Описание медицинского вмешательства

В исследование было включено 112 пациентов с патологией грудного отдела аорты. Были проанализированы демографические, антропометрические данные, сопутствующая патология. Для сбора интраоперационных данных была использована уникальная научная установка «Коллекция электронных карт анестезии кардиохирургических больных РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» (Уникальная научная установка «Коллекция электронных карт анестезии кардиохирургических больных РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» (г. Москва), руководитель УНУ: Аксельрод Б.А., д.м.н., профессор РАН, <https://med.ru/ru/unikalnaa-naucnaa-ustanovka.>)

Пациенты, вошедшие в исследование, были оперированы по поводу аневризмы/расслоения восходящего отдела аорты и дуги аорты (58 и 54 пациента соответственно).

У включенных в исследование больных регистрировали демографические показатели, наличие сопутствующей патологии. Проанализированы клиничко-лабораторные и инструментальные данные пациентов, поступивших на плановое оперативное лечение по поводу патологии аорты на этапах до операции, в конце операции, через 6 ч после завершения оперативного вмешательства. Во время операции и раннего послеоперационного периода контроль состояния кардиореспираторной системы проводили при помощи мониторов General Electric,

США. Регистрировали электрокардиограмму, артериальное давление инвазивно, насыщение крови кислородом с помощью пульсоксиметра. Анализ показателей газового состава крови, водно-электролитного состояния, уровень гемоглобина и гематокрита оценивали общепринятыми лабораторными методами с помощью автоматических газоанализаторов ABL 800 (Radiometer medical ApS, Дания)

Определение концентраций тропонина I осуществлялось на анализаторе PATHFAST (LSI Medience Corporation).

Статистическая обработка данных

Статистическая обработка данных проведена с помощью программы «Statistica 10 for Windows». Параметры были проверены на нормальность распределения с учетом критерия хи-квадрат, Краскела-Уоллиса. Сравнительный анализ выполнен с помощью t-критерия Стьюдента или Манна-Уитни в зависимости от результатов предшествующей проверки на нормальность. Значимые различия между группами принимались при значении $p < 0,05$. Корреляционный анализ выполнен по методу Спирмена с учётом ненормальности распределения.

Антропометрические данные пациентов представлены в таблице 1.

В спектре сопутствующих заболеваний отмечено преобладание артериальной гипертензии, хронической болезни почек (табл. 2).

Таблица 1
Антропометрические данные пациентов, $M \pm SD$

Table 1

Anthropometric data of patients, $M \pm SD$

Показатель/ Indicator	Восходящая аорта/ Ascending aorta (n=58)	Дуга аорты/ Aortic arch (n=54)	P
Женщины/Female, n	18	14	$> 0,05$
Мужчины/Male, n	40	40	$> 0,05$
Возраст, лет/Age, years	57 ± 14	54 ± 13	$> 0,05$
Рост, см/Height, cm	168 ± 12	171 ± 11	$> 0,05$
Вес, кг/Weight, kg	84 ± 18	87 ± 19	$> 0,05$
Площадь поверх- ности тела, м ² /Body surface area, m ²	$2 \pm 0,20$	$2,02 \pm 0,18$	$> 0,05$

Таблица 2

Сопутствующие заболевания, Me [1;3 квантили], $M \pm SD$

Table 2

Concomitant diseases, Me [1;3 quartiles], $M \pm SD$

Параметр/Parameter	Восходящая аорта/ Ascending aorta (n=58)	Дуга аорты/ Aortic arch (n=54)	P
Фракция выброса/ Ejection fraction, %	55 ± 8	58 ± 7	0,02
Конечно-диастолический объём левого желудочка, мл/ Left ventricular end-diastolic volume, ml	179 [130; 240]	145 [115; 191]	0,02
Хроническая сердечная недостаточность ФК по NYHA 3/ Chronic heart failure FC by NYHA 3, n	5	3	0,56
Хроническая сердечная недостаточность ФК по NYHA 4/ Chronic heart failure FC by NYHA 4, n	1	1	0,88
Артериальная гипертензия/Arterial hypertension, n (%)	38 (65 %)	40 (74 %)	0,32
Хроническая обструктивная болезнь лёгких/Chronic obstructive pulmonary disease, n (%)	8 (14)	4 (7)	0,27
Нарушение мозгового кровообращения в анамнезе/ Cerebrovascular event in the history, n (%)	3 (5)	4 (7)	0,65
Цереброваскулярная болезнь/ Cerebrovascular disease, n (%)	4 (7)	5 (9)	0,67
Сахарный диабет/Diabetes, n (%)	4 (7)	2 (4)	0,48
Постоянная форма фибрилляции предсердий/Permanent form of atrial fibrillation, n (%)	3 (5)	3 (5)	0,93
Пароксизмальная форма фибрилляции предсердий/ Paroxysmal form of atrial fibrillation, n (%)	7 (12)	5 (9)	0,66
Хроническая болезнь почек/Chronic kidney disease, n (%)	18 (31)	10 (19 %)	0,12

Операции выполнялись в условиях искусственного кровообращения (ИК) с перфузионным индексом 2,5 л/м². Во время вмешательств на восходящей аорте ИК проводилось в нормотермическом режиме (целевая центральная температура 36,0°C). Оперативные вмешательства на дуге аорты проводились в условиях циркуляторного ареста с целевой температурой 28°C, селективной моно- и/или бисферальной антеградной перфузией головного мозга с контролем объёмной скорости перфузии (8–12 мл/кг) по данным транскраниальной доплерографии и церебральной оксиметрии.

Кардиоплегия у всех пациентов проводилась раствором по Дель-Нидо в объёме 1000–1500 мл после наложения зажима на аорту селективно в коронарные артерии или неселективно в корень аорты на основе данных чреспищеводной эхокардиографии о степени недостаточности аортального клапана.

Согласно протоколу, период наблюдения и сбора информации в рамках данного исследования составлял 10 дней или до выписки из стационара, в зависимости от того, какое событие наступит раньше.

Критерий сердечной недостаточности – потребность в инфузии допамина/добутрекса > 3 мкг/кг×мин и/или длительностью > 24 ч с момента операции. Критерий сосудистой недостаточности – потребность в инфузии норадrenalина >150 нг/кг×мин и/или длительность введения >24 ч с момента

операции, острой почечной недостаточности – увеличение содержания креатинина в сыворотке ≥26,5 мкмоль/л в течение 48 ч, увеличение сывороточного креатинина в ≥1,5 раза по сравнению с предыдущими 7 днями, объём мочи <0,5 мл/кг×ч в течение 6 ч.

Результаты

Исходно группы не отличались между собой по антропометрическим характеристикам и сопутствующим заболеваниям. Медианы значений фракции выброса ЛЖ была выше в группе дуги аорты, однако у всех больных находились в пределах нормальных значений. Конечно-диастолический объём был меньше в группе дуги аорты.

Не было отмечено различий в уровне ВЧТ I при поступлении в операционную и в конце операции, однако через 6 часов после поступления в ОРИТ в группе восходящей аорты концентрация ВЧТ I была выше (табл. 4, рис. 1).

Выявлена достоверная корреляционная связь между уровнем ВЧТ I в конце операции, а также через 6 часов после операции, и временем искусственного кровообращения, ишемии миокарда в обеих группах. Корреляция сильнее в группе восходящей аорты. Для всех пациентов, представленных в исследовании связь сильнее с временем ишемии миокарда как на 2, так и на 3 этапах (табл. 3).

Таблица 3

Корреляция высокочувствительного тропонина I с временем искусственного кровообращения, ишемии миокарда, циркуляторным арестом

Table 3

Correlation of highly sensitive troponin I with the time of cardiopulmonary bypass, aortic cross-clamping, circulatory arrest

Тропонин I / Troponin I	Искусственное кровообращение / Cardiopulmonary bypass			Ишемия миокарда / Aortic cross-clamping			Циркуляторный арест / Circulatory arrest
Тропонин I исходно / Troponin I baseline	Восходящая аорта / Ascending aorta (n=58)	Дуга аорты / Aortic arch (n=54)	Все пациенты / All patients (n=112)	Восходящая аорта / Ascending aorta (n=58)	Дуга аорты / Aortic arch (n=54)	Все пациенты / All patients (n=112)	Дуга аорты Aortic arch / (n=54)
TnI в конце операции / TnI at the end of the operation	R = 0,65 p<0,001	R = 0,22 p>0,05	R = 0,4 p<0,001	R = 0,58 p<0,001	R = 0,46 p=0,004	R = 0,55 p<0,001	R = -0,09 p>0,05
TnI через 6 часов / TnI after 6 hours	R = 0,6 p<0,001	R = 0,4 p<0,001	R = 0,43 p<0,001	R = 0,52 p<0,001	R = 0,4 p=0,001	R = 0,52 p<0,001	R = -0,09 p>0,05

С помощью ROC анализа были определены оптимальные уровни cut-off для тропонина I: в конце операции более 1,04 (чувствительность 75 %, специфичность 71,3 %, AUC 0,785), через 6 часов после операции более 1.565 (чувствительность 81,3 %, специфичность 71,6 %, AUC 0,794). Чувствительность была лучше у тропонина на 3 этапе. Специфичность в обоих случаях средняя.

В структуре периоперационного периода обращает на себя внимание ожидаемо большая продолжительность искусственного кровообращения в группе пациентов, оперированных на дуге аорты. Стоит отметить, что количество осложнений так же больше в данной группе, равно как и длительность искусственной вентиляции лёгких, пребывания в отделении интенсивной терапии и нахождения в стационаре в послеоперационном периоде (табл. 4).

Таблица 4

Периоперационная динамика высокочувствительного тропонина I

Table 4

Perioperative dynamics high-sensitivity troponin I

	Восходящая аорта/ Ascending aorta (n=58)	Дуга аорты/ Aortic arch (n=54)	P
Тропонин I исходно, нг/мл (1 этап)/ Troponin I baseline, ng/ml (stage 1)	0,003 [0,001; 0,006]	0,002 [0,001; 0,006]	0,88
Тропонин I в конце операции, нг/мл (2 этап)/ Troponin I at the end of the operation, ng/ml (stage 2)	0,73 [0,317; 1,670]	0,548 [0,215; 1,32]	0,16
Тропонин I через 6 часов после окончания операции, нг/мл (3 этап)/ Troponin I 6 hours after surgery, ng/ml (stage 3)	1,33 [0,738; 2,180]	0,852 [0,445; 2,08]	0,047
Разница значений Тропонина I 2–1, нг/мл/The difference in Troponin I values is 2–1, ng/ml	0,73 [0,317; 1,670]	0,547 [0,21; 1,31]	0,16
Разница значений Тропонина I 3–2, нг/мл/The difference in Troponin I values is 3–2, ng/ml	0,46 [0,20; 1,18]	0,31 [0,10; 0,78]	0,21
Разница значений Тропонина I 3–1, нг/мл/The difference in Troponin I values is 3–1, ng/ml	1,328 [2,18; 4,22]	0,849 [0,45; 2,08]	0,046

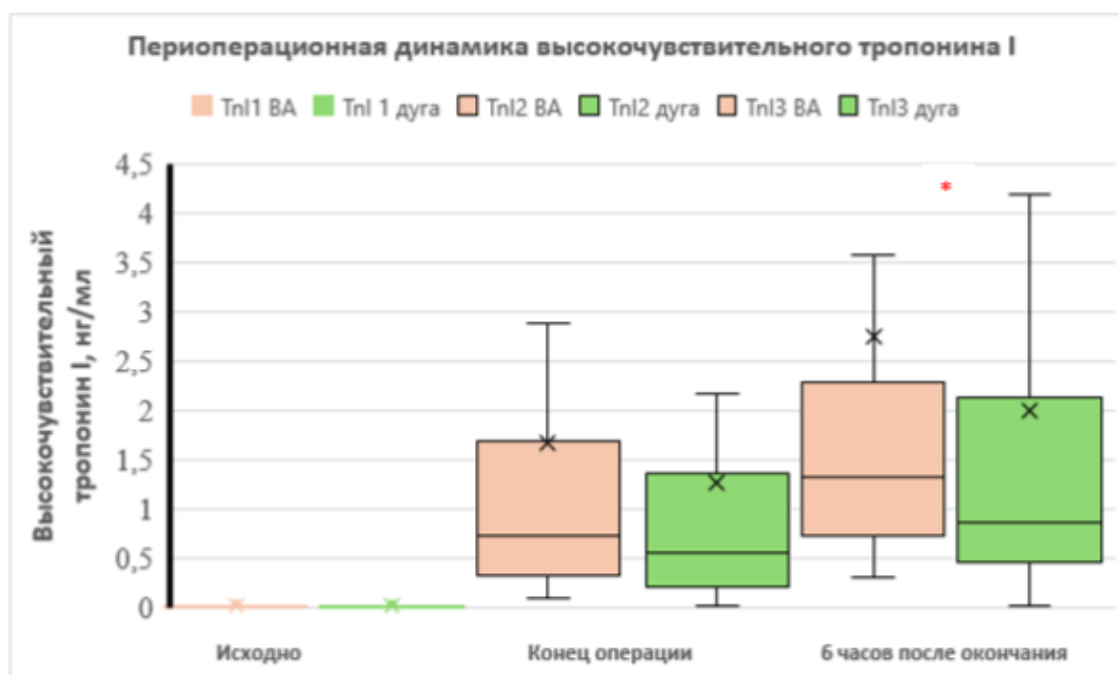


Рис. 1. Периоперационная динамика тропонина (* p = 0,047)

Примечание. Диаграмма «ящик с усами». По оси X - этапы исследования (1 - до вводной анестезии, 2 - конец операции, 3 - 6 часов после операции). По оси Y значения высокочувствительного тропонина I, нг/мл. TnI - высокочувствительный тропонин I. BA - восходящая аорта

Fig. 1. Perioperative dynamics of troponin values (* p = 0,047)

Note. The «box with a mustache» diagram. The X-axis shows the stages of the study (1 - before the initial anesthesia, 2 - the end of the operation, 3 - 6 hours after the operation). On the Y axis, the levels of high-sensitivity troponin I, ng/ml. TnI is a high-sensitivity troponin I. VA is the ascending aorta

Таблица 4

Характеристика периоперационного периода

Table 4

Characteristics of the perioperative period

	Восходящая аорта/ Ascending aorta (n=58)	Дуга аорты/ Aortic arch (n=54)	P
Искусственное кровообращение, мин/ Cardiopulmonary bypass, min	100 [74; 125]	148 [117; 171]	< 0,001
Ишемия миокарда, мин/ Aortic cross-clamping, min	78 [58; 103]	95 [76; 139,5]	0,078
Циркуляторный арест, мин/ Circulatory arrest, min	–	30 [18; 36]	–
Температурный режим/ Temperature condition, °C	34,8 [33,5; 35,7]	28,8 [26,8; 30,17]	< 0,001
Длительность ИВЛ, ч/ Duration of ventilation, h	330 [264; 450]	495 [360; 660]	< 0,001
Гемогидробаланс в ОРИТ за 1 сутки, мл/ Fluid balance in the ICU for 1 day, ml	150 [–720; 650]	370 [–300; 770]	0,389
Дренажи, мл/Drains, ml	200 [140; 300]	290 [150; 500]	0,018
Неинвазивная вентиляция лёгких/ Non-invasive ventilation, n	5	9	0,2
Хирургические осложнения/Surgical complications, n	9	7	0,7
Заместительная почечная терапия/Renal replacement therapy, n	1	2	0,52
Аритмия/Arrhythmia, n	9	10	0,69
Сепсис/ Sepsis, n	1	2	0,52
Пневмония/ Pneumonia, n	3	18	< 0,001
Инфаркт миокарда/ Myocardial infarction, n	1	3	0,27
Острое нарушение мозгового кровообращения/ Acute cerebrovascular event, n	1	2	0,52
Длительность нахождения в ОРИТ, часы/ Length of stay in the ICU, hours	22 [17; 24]	47 [22; 87]	< 0,001
Длительность госпитализации, дни/ Length of hospital stay, days	10 [8; 13]	13 [10; 15]	< 0,001

Несмотря на то, что послеоперационный период в группе пациентов, оперированных на дуге аорты, протекал тяжелее, в структуре сердечной недостаточности отмечается отсутствие различий по общему количеству пациентов, нуждавшихся в кардиотонической поддержке в периоперационном периоде.

Для оценки динамики тропонина у пациентов с сердечной недостаточностью выполнен подгрупповой анализ (табл. 4), в ходе которого отмечено, что у пациентов, требовавших инотропной поддержки, величины тропонина в ОРИТ были больше, чем у пациентов, не нуждавшихся в инфузии катехоламинов (табл. 5, рис. 2).

В группе дуги аорты у пациентов с сердечной недостаточностью, отмечались более высокие значения высокочувствительного ВЧТ I.

Следует отметить большую длительность нахождения в ОРИТ, ИВЛ у пациентов с инфузией кардиотонических препаратов, а также большую длительность ИК и ишемии миокарда у пациентов с сердечной недостаточностью при отсутствии разницы в длительности циркуляторного ареста (табл. 7).



Рис. 2. Потребность в инотропной поддержке в послеоперационном периоде

Fig. 2. The need for inotropic support in the postoperative period

Таблица 5

Пациенты, оперированные на восходящем отделе аорты, с сердечно-сосудистой недостаточностью в послеоперационном периоде

Table 5

Patients undergoing surgery on the ascending aorta with cardiovascular insufficiency in the post-operative period

	Без CCH/ Without cardiovascular insufficiency (n=50)	CCH/ With cardiovascular insufficiency (n=8)	P
ВЧТ I исходно, нг/мл (1 этап)/ hs-TnI I baseline, ng/ml (stage 1)	0,003 [0,001; 0,007]	0,002 [0,001; 0,004]	0,363
ВЧТ I в конце операции, нг/мл (2 этап) /hs-TnI I at the end of the operation, ng/ml (stage 2)	0,684 [0,294; 1, 330]	0,548 [0,215; 1,32]	0,122
ВЧТ I через 6 часов после окончания операции, нг/мл (3 этап)/ hs-TnI I 6 hours after surgery, ng/ml (stage 3)	1,155 [0,695; 2,030]	0,852 [0,445; 2,08]	0,014

Таблица 6

Пациенты, оперированные на дуге аорты, с сердечной недостаточностью в послеоперационном периоде

Table 6

Patients undergoing aortic arch surgery with postoperative heart failure

	Без CCH/ Without cardiovascular insufficiency (n=47)	CCH/ With cardiovascular insufficiency (n=7)	P
ВЧТ I исходно, нг/мл (1 этап)/ hs-TnI I baseline, ng/ml (stage 1)	0,002 [0,001; 0,005]	0,013 [0,003; 0,03]	0,022
ВЧТ I в конце операции, нг/мл (2 этап) /hs-TnI I at the end of the operation, ng/ml (stage 2)	0,444 [0,202; 0,875]	1,820 [1,05; 7,03]	0,001
ВЧТ I через 6 часов после окончания операции, нг/мл (3 этап)/ hs-TnI I 6 hours after surgery, ng/ml (stage 3)	0,732 [0,436; 1,750]	3,040 [0,848; 10,5]	0,011

Таблица 7

Характеристика периоперационного периода у пациентов с сердечной недостаточностью и без нее

Table 7

Characteristics of the perioperative period in patients with and without heart failure

	Восходящая аорта/Ascending aorta		P
	Без CCH/ Without cardiovascular insufficiency (n=50)	CCH/ With cardiovascular insufficiency (n=8)	
Искусственное кровообращение, мин/Cardiopulmonary bypass, min	98 [73; 122]	117 [110; 174]	0,075
Ишемия миокарда, мин/ Aortic cross-clamping, min	77 [57; 101]	95 [76; 139,5]	0,138
Длительность инотропной поддержки, мин/ Duration of inotropic support, min	–	1320 [660; 2730]	
Длительность ИВЛ, ч/ Duration of ventilation, h	315 [240; 420]	493 [297; 960]	0,07
Гидробаланс в ОРИТ за 1 сутки, мл/ Fluid balance in the ICU for 1 day, ml	150 [–750; 640]	230 [–60; 860]	0,46

Продолжение Таблицы 7

Дренажи, мл/ Drains, ml	200 [130; 290]	310 [150; 450]	0,14
Неинвазивная вентиляция лёгких/Non-invasive ventilation, n	3	2	0,048
Хирургические осложнения, n/ Surgical complications, n	1	5	< 0,001
Заместительная почечная терапия/ Renal replacement therapy, n	0	1	0,012
Аритмия, n/ Arrhythmia, n	6	3	0,06
Сепсис/ Sepsis, n	1	0	0,69
Повторная операция/ Repeated operation, n	3	1	0,5
Длительность нахождения в ОРИТ, часы/Length of stay in the ICU, hours	22 [16; 24]	47 [22; 87]	0,012
Длительность госпитализации, дни/ Length of hospital stay, days	10 [8; 12]	13 [10; 15]	0,045
Дуга аорты/Aortic arch			
	Без CCH (n=47)	CCH (n=7)	
Искусственное кровообращение, мин/ Cardiopulmonary bypass, min	143 [115; 164]	172 [158; 277]	0,011
Ишемия миокарда, мин/ Aortic cross-clamping, min	82 [67; 119]	131 [112; 164]	0,022
Циркуляторный арест, мин/ Circulatory arrest, min	29 [18; 38]	30 [14; 34]	0,63
Длительность инотропной поддержки, мин/ Duration of inotropic support, min	–	2640 [1467;2820]	
Длительность ИВЛ, ч/ Duration of ventilation, h	480 [330; 660]	960 [390; 2520]	0,045
Гемогидробаланс в ОРИТ за 1 сутки, мл/Fluid balance in the ICU for 1 day, ml	240 [–300; 740]	650 [210; 1650]	0,202
Дренажи, мл/ Drains, ml	250 [150; 500]	350 [330; 650]	0,04
Неинвазивная вентиляция лёгких/ Non-invasive ventilation, n	7	2	0,37
Хирургические осложнения/Surgical complications, n	6	1	0,91
Заместительная почечная терапия/ Renal replacement therapy, n	2	0	0,58
Аритмия, n/ Arrhythmia, n	8	2	0,46
Сепсис/ Sepsis, n	2	0	0,58
Повторная операция/ Repeated operation, n	3	1	0,44
Длительность нахождения в ОРИТ, часы/ Length of stay in the ICU, hours	33 [22; 72]	85 [69; 114]	0,023
Длительность госпитализации, дни/ Length of hospital stay, days	13 [10; 15]	14 [11; 19]	0,26

Обсуждение

Тропонины содержатся в миофибриллах и цитозольном пуле – в свободном от миофибрилл состоянии, в виде комплексов, содержащих их разные формы. Именно цитозольный пул выходит в кровоток при раннем развитии

повреждений миокарда. Тесты на ВЧТ фиксируют именно этот ранний выход цитозольных тропонинов в кровоток и отражают динамику этого процесса. Относительно более длительный и поздний выход тропонинов из разрушенных миофибрилл, связан с более серьезными повреждениями миокарда.

На сегодняшний день тропонина – основной биомаркер для диагностики острой формы инфаркта миокарда (ИМ) [6]. Кроме лабораторного подтверждения дополнительно необходимы клинические и инструментальные признаки [3, 7]. Необходимо отметить, что однократное измерение ВЧТ не позволяет отличить ишемическое повышение ВЧ тропонина от не ишемического [4]. В связи с этим неоднократно подчеркивалась важность повторного измерения через 3–6 часов [5], что входит в один из этапов исследования спустя 6 часов после транспортировки в ОРИТ.

Наиболее часто встречаются работы об использовании ВЧТ I в качестве дополнительного фактора для принятия клинических решений у пациентов после реваскуляризации миокарда и клапанных операций [8]. ВЧТ I широко используется и для прогноза неблагоприятных исходов кардиохирургических вмешательств [9]. В нашей предыдущей работе было показано, что повышение уровня ВЧТ I в конце операции и через 6 ч после операции является предиктором потребности в кардиотонической поддержке в послеоперационном периоде [1].

В работе И.Н. Яновской соавт. отмечена прямая взаимосвязь между длительностью ИК, ишемии миокарда. У кардиохирургических больных подъём тропонина выше верхнего референсного интервала зачастую не сопровождается осложнениями и проходит бессимптомно [10]. У пациентов, представленных в данном исследовании, так же прослеживалась корреляция со временем ИК, ишемии миокарда.

Несмотря на то, что у пациентов, оперированных на дуге аорты послеоперационный период протекал тяжелее, уровень тропонина через 6 ч после окончания операции, был значительно меньше, чем у пациентов, оперированных на восходящем отделе аорты. На наш взгляд, это можно объяснить двумя причинами. Основную роль оказывает кардиопротективный эффект гипотермии во время циркуляторного ареста при реконструкции дуги аорты и антеградной перфузии головного мозга. Показано, что у новорожденных с гипоксическим ишемическим повреждением терапевтическая гипотермия снижает концентрацию высокочувствительного тропонина I [11]. В опытах на свиньях при моделировании гипоксической ишемии мозга терапевтическая гипотермия снижала степень кардиального повреждения по сравнению с нормотермией [12].

Другая причина понижения уровня ВЧТ связана со сниженной активностью калпаина, ответственного за биodeградацию тропонина. В протокол защиты органов при циркуляторном аресте в нашем центре входит пульс-терапия кортикостероидами. В опытах на свиньях было показано, что применение системных глюкокортикостероидов способствует сохранению активности кальпастатина, ответственного за ингибирование калпаина [12].

Выводы

1. Гипотермия у пациентов, оперированных на дуге аорты, оказывает кардиопротективный эффект

2. Рост высокочувствительного тропонина I коррелирует со временем искусственного кровообращения, ишемии миокарда как в конце операции ($R = 0,4$ $p < 0,001$; $R = 0,55$ $p < 0,001$), так и через 6 часов ($R = 0,43$ $p < 0,001$; $R = 0,52$ $p < 0,001$)

3. Высокочувствительный тропонин I является предиктором развития потребности в кардиотонической поддержке. Уровни cut-off для тропонина I: в конце операции более 1,04 нг/мл (чувствительность 75 %, специфичность 71,3 %, AUC 0,785), через 6 часов после операции более 1,565 нг/мл (чувствительность 81,3 %, специфичность 71,6 %, AUC 0,794).

Список литературы:

1. Аксельрод Б. А., Дымова О. В., Губко А. В., Краснощёкова А. П., Гуськов Д. А., Гончарова А. В., Гладышева В. Г., Губко К. В., Кулинченко О. С. Определение значимости ряда биомаркеров в периоперационном периоде при реконструктивных вмешательствах на грудном отделе аорты. *Российский кардиологический журнал*, 2023. № 28(2S). С. 5314. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5314>
2. Яновская И.М., Мандель И.А., Клыпа Т.В., Колышкина Н.А., Марей И.С., Зотов А.С., Баклаушев В.П. Диагностическая значимость высокочувствительных тропонинов в кардиохирургии. *Клиническая практика*, 2022. № 13 (3). С. 32–42. <https://doi.org/10.17816/clinpract111002>
3. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S. et al. Executive Group on behalf of the Joint European Society of Cardiology (ESC). American College of Cardiology (ACC). American Heart Association (AHA). World Heart Federation (WHF) task force for the universal definition of myocardial infarction. Fourth universal definition of myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.*, 2018, № 72(18), pp. 2231–2264. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.1038>
4. Thygesen K., Mair J., Giannitsis E. et al. How to Use High-Sensitivity Cardiac Troponins in Acute Cardiac Care. *Eur Heart J.*, 2012, № 33 (18), pp. 2252–2257 <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs154>
5. Newby L.K., Jesse R.L., Babb J.D. et al. ACCF 2012 expert consensus document on practical clinical considerations in the interpretation of troponin elevations: a report of the American College of Cardiology Foundation task force on Clinical Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol.*, 2012, № 11;60(23), pp. 2427–2463. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.08.969>
6. Чаулин А.М. Клиническое использование высокочувствительных тропонинов. *The Scientific Heritage*, 2020, Vol. (56–2), pp. 76–79. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2020-56-2-76-79>
7. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S. et al. Third Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation*, 2012, № 126(16), pp. 2020–2035. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31826e1058>
8. Omran H., Deutsch M.A., Groezinger E., Zittermann A., Renner A., Neumann J.T., Westermann D., Myles P., Ramosaj B., Pauly M., Scholtz W., Hakim-Meibodi K., Rudolph T.K., Gummert J., Rudolph V. High-sensitivity cardiac troponin I after coronary artery bypass grafting for post-operative decision-making. *Eur Heart J.*, 2022, Jul 1; № 43(25), pp. 2388–2403. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab918>

9. Ahmed S.H., Pervez N., Rehan S.T., Shaikh T.G., Waseem S. Postoperative cardiac troponin I as an indicator of surgical outcomes: A systematic review. *J Card Surg.*, 2022, Dec; № 37(12), pp. 5351–5361. <https://doi.org/10.1111/jocs.17197>

10. Gualandro D.M., Puelacher C., Lurati Buse G. et al. Incidence and outcomes of perioperative myocardial infarction/injury diagnosed by high-sensitivity cardiac troponin I. *Clin Res Cardiol.*, 2021, № 110(9), pp. 1450–1463. <https://doi.org/10.1007/s00392-021-01827-w>

11. Munshi U.K., Brown M.M., Tauber K.A., Horgan M.J. Early Troponin I Levels in Newborns Undergoing Therapeutic Hypothermia for Hypoxic Ischemic Encephalopathy and Residual Encephalopathy at Discharge. *Am J Perinatol.* 2022, Jul; № 39(10), pp. 1083–1088. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721497>

12. Liu X., Tooley J., Løberg E.M., Suleiman M.S., Thoresen M. Immediate hypothermia reduces cardiac troponin I after hypoxic-ischemic encephalopathy in newborn pigs. *Pediatr Res.*, 2011, Oct; № 70(4), pp. 352–356. <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e31822941ee>

13. Schwartz S.M., Duffy J.Y., Pearl J., Goins S., Wagner C.J., Nelson D.P. Glucocorticoids preserve calpastatin and troponin I during cardiopulmonary bypass in immature pigs. *Pediatr Res.*, 2003, Jul; № 54(1), pp. 91–97. <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000065730.79610.7D>

References:

1. Akselrod B.A., Dymova O.V., Gubko A.V., Krasnoshchekova A.P., Guskov D.A., Goncharova A.V., Gladysheva V.G., Gubko K.V., Kulichenko O.S. Role of Intraoperative Biomarkers in Prognosis of Perioperative Complications in Reconstructive Thoracic Aorta Surgery. *Russian Journal of Cardiology*, 2023, Vol. 28, № S2, pp. 55–65. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5314>

2. Yanovskaya I.M., Mandel I.A., klypa T.V., kolyshkina N.A., Marey I.S., Zotov A.S., Baklaushev V.P. Diagnostic significance of highly sensitive troponins in cardiac surgery. *Klinicheskaya praktika*, vol. 13 (3), pp. 32–42. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/clinpract111002>

3. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S. et al. Executive Group on behalf of the Joint European Society of Cardiology (ESC). American College of Cardiology (ACC). American Heart Association (AHA). World Heart Federation (WHF) task force for the universal definition of myocardial infarction. Fourth universal definition of myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.*, 2018, № 72(18), pp. 2231–2264. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.1038>

4. Thygesen K., Mair J., Giannitsis E. et al. How to Use High-Sensitivity Cardiac Troponins in Acute Cardiac Care. *Eur Heart J.*, 2012, № 33 (18), pp. 2252–2257 <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs154>

5. Newby L.K., Jesse R.L., Babb J.D. et al. ACCF 2012 expert consensus document on practical clinical considerations in the interpretation of troponin elevations: a report of the American College of Cardiology Foundation task force on Clinical Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol.*, 2012, № 11;60(23), pp. 2427–2463. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.08.969>

6. Chaubin A. Clinical use of highly sensitive troponins. *The Scientific Heritage*, 2020, Vol. (56–52), pp. 76–79. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2020-56-2-76-79>

7. Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S. et al. Third Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation*, 2012, № 126(16), pp. 2020–2035. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31826e1058>

8. Omran H., Deutsch M.A., Groezinger E., Zittermann A., Renner A., Neumann J.T., Westermann D., Myles P., Ramosaj B., Pauly M., Scholtz W., Hakim-Meibodi K., Rudolph T.K., Gummert J., Rudolph V. High-sensitivity cardiac troponin I after coronary artery bypass grafting for post-operative decision-making. *Eur Heart J.*, 2022, Jul 1; № 43(25), pp. 2388–2403. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab918>

9. Ahmed S.H., Pervez N., Rehan S.T., Shaikh T.G., Waseem S. Postoperative cardiac troponin I as an indicator of surgical outcomes: A systematic review. *J Card Surg.*, 2022, Dec; № 37(12), pp. 5351–5361. <https://doi.org/10.1111/jocs.17197>

10. Gualandro D.M., Puelacher C., Lurati Buse G. et al. Incidence and outcomes of perioperative myocardial infarction/injury diagnosed by high-sensitivity cardiac troponin I. *Clin Res Cardiol.*, 2021, № 110(9), pp. 1450–1463. <https://doi.org/10.1007/s00392-021-01827-w>

11. Munshi U.K., Brown M.M., Tauber K.A., Horgan M.J. Early Troponin I Levels in Newborns Undergoing Therapeutic Hypothermia for Hypoxic Ischemic Encephalopathy and Residual Encephalopathy at Discharge. *Am J Perinatol.* 2022, Jul; № 39(10), pp. 1083–1088. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721497>

12. Liu X., Tooley J., Løberg E.M., Suleiman M.S., Thoresen M. Immediate hypothermia reduces cardiac troponin I after hypoxic-ischemic encephalopathy in newborn pigs. *Pediatr Res.*, 2011, Oct; № 70(4), pp. 352–356. <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e31822941ee>

13. Schwartz S.M., Duffy J.Y., Pearl J., Goins S., Wagner C.J., Nelson D.P. Glucocorticoids preserve calpastatin and troponin I during cardiopulmonary bypass in immature pigs. *Pediatr Res.*, 2003, Jul; № 54(1), pp. 91–97. <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000065730.79610.7D>

Сведения об авторах:

Аксельрод Борис Альбертович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением анестезиологии-реанимации II (кардиоанестезиологии и реанимации) ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. aksel@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4434-3123

Дымова Ольга Викторовна – кандидат медицинских наук, заведующая научно-клинической лабораторией ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. dimovaolga@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2008-6350

Губко Артем Викторович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения анестезиологии-реанимации II, врач анестезиолог-реаниматолог (кардиоанестезиологии и реанимации) ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. gubko@artvig.ru ORCID: 0000-0003-1477-2207

Гуськов Денис Александрович – кандидат медицинских наук, доцент группы профессорско-преподавательского состава отдела

научных программ и подготовки кадров, врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации II (кардиоанестезиологии и реанимации) ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. levismen@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6974-8402

Чарчян Эдуард Рафаэлович – член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук, заведующий отделением реконструктивно-восстановительной сердечно-сосудистой хирургии ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. charchmed@yahoo.com ORCID: 0000-0002-0488-2560

Еременко Александр Анатольевич – член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук, заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии II ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. aeremenko54@mail.ru ORCID: 0000-0001-5809-8563

Гончарова Алевтина Викторовна – врач клинической лабораторной диагностики клинко-диагностической лаборатории Научно-клинического центра 1 ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. mamasha-alya@yandex.ru ORCID: 0000-0003-1414-8500

Гладышева Вера Геннадиевна – врач клинической лабораторной диагностики клинко-диагностической лаборатории Научно-клинического центра 1 ФГБНУ «РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского», 119435, Россия, Москва, Абрикосовский пер., д. 2. Телефон: 8 (499) 248-15-55. veglad@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3703-0911

Information about the authors:

Axelrod Boris Albertovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Anesthesiology-Intensive Care II (Cardioanesthesiology and Intensive Care) of the Federal State Budgetary Scientific Institution «RNC named after Academician B.V. Petrovsky», Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. aksel@mail.ru ORCID: 0000-0002-4434-3123

Dymova Olga Viktorovna – Candidate of Medical Sciences, Head of the Scientific and Clinical Laboratory of the Federal State Budgetary Scientific Research University «RSCC named after Academician B.V. Petrovsky», Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. dimovaolga@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2008-6350

Gubko Artyom Viktorovich – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Department of Anesthesiology-Intensive Care II, anesthesiologist-resuscitator (Cardioanesthesiology and Intensive Care) of the Federal State Budgetary Scientific Institution «RNC named after Academician B.V. Petrovsky», Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. gubko@artvig.ru ORCID: 0000-0003-1477-2207

Guskov Denis Alexandrovich – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the group of faculty of the Department of Scientific Programs and Training, anesthesiologist-resuscitator of the Department of Anesthesiology-Intensive Care II (Cardioanesthesiology and Resuscitation) of the Federal State Budgetary Scientific Research University named after Academician B.V. Petrovsky, Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. levismen@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-6974-8402

Charchyan Eduard Rafaelovich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Reconstructive and Reconstructive Cardiovascular Surgery of the Federal State Budgetary Scientific Institution «RSCC named after Academician B.V. Petrovsky», Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. charchmed@yahoo.com ORCID: 0000-0002-0488-2560

Eremenko Alexander Anatolyevich – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Intensive Care and Intensive Care II of the Federal State Budgetary Scientific Institution «RNC named after Academician B.V. Petrovsky», Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. aeremenko54@mail.ru ORCID: 0000-0001-5809-8563

Goncharova Alevtina Viktorovna – doctor of clinical laboratory diagnostics of the Clinical Diagnostic Laboratory of the Scientific and Clinical Center 1 of the Federal State Budgetary Scientific Research University «RSCC named after Academician B.V. Petrovsky», Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. mamasha-alya@yandex.ru ORCID: 0000-0003-1414-8500

Gladysheva Vera Gennadievna – doctor of clinical laboratory diagnostics of the Clinical Diagnostic Laboratory of the Scientific and Clinical Center 1 of the Federal State Budgetary Scientific Research University «RSCC named after Academician B.V. Petrovsky», Russia, Moscow, Abrikosovsky Lane, 2. 119435. Phone: 8 (499) 248-15-55. veglad@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3703-0911