

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2024.4.44>

## Анализ динамики С-реактивного белка у доноров со смертью мозга

А.Л. Липницкий<sup>1,2</sup>, А.В. Марочков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Могилёвская областная клиническая больница, г. Могилёв, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2024. – Том 23, №4. – С. 44-50.

## The analysis of the C-reactive protein dynamics in donors with brain death

A.L. Lipnitski<sup>1,2</sup>, A.V. Marochkov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2024;23(4):44-50.

---

### Резюме.

Высокий уровень СРБ у потенциального донора может являться следствием как наличия серьезной инфекции, так и быть следствием патогенеза имеющегося основного заболевания и смерти мозга (СМ). Целью данного исследования было изучить динамику уровня С-реактивного белка у потенциальных доноров перед забором органов и тканей для трансплантации.

Материал и методы. В проспективное пилотное исследование было включено 219 пациентов со смертью мозга. Возраст доноров 54 (41; 61) г, мужчин – 132 (60,3%), женщин – 87 (39,7%). Диагнозами, приведшими к СМ, были: внутримозговое кровоизлияние (n=114 (58%)), инфаркт головного мозга (n=31 (16%)), черепно-мозговая травма (n=35 (18%)), субарахноидальное кровоизлияние (n=9 (5%)), постгипоксическая энцефалопатия (n=6 (3%)). С целью определения уровня содержания СРБ использовали биохимический анализатор AU 680 (Bechman Coulter, США), применялся метод иммунотурбидиметрического анализа. Референтные значения содержания СРБ в сыворотке крови составляют 0–5 мг/л.

Результаты. Уровень СРБ во время проведения первого обследования консилиума по констатации СМ был уже значительно выше нормальных значений и равен 180,9 (100,5; 279,8) мг/л (минимальное значение – 0 мг/л, максимальное – 656,2 мг/л). При этом значения СРБ в норме было только у 2 (0,9%) потенциальных доноров. Через 20-24 ч после первого обследования было отмечено дальнейшее статистически достоверное увеличение уровня СРБ до 229 (122,4; 316,1) мг/л,  $p < 0,001$ . Уровень СРБ во время проведения второго обследования консилиума и констатации СМ также был статистически достоверно выше по сравнению с этапами 1 и 2 и равен 274,7 (182,1; 365) мг/л,  $p < 0,001$ .

Заключение. Полученные нами данные продемонстрировали, что уже на начало констатации смерти мозга 99,1% потенциальных доноров имеют значительно повышенный уровень содержания СРБ – 180,9 (100,5; 279,8) мг/л.

*Ключевые слова:* С-реактивный белок, СРБ, смерть мозга, потенциальный донор, донор органов, трансплантация.

### Abstract.

A high level of C-reactive protein (CRP) in a potential donor may be a consequence of either the presence of a serious infection or the pathogenesis of an existing underlying disease and brain death (BD).

Objectives. To study the dynamics of C-reactive protein level in potential donors before harvesting the organs and tissues for transplantation.

Material and methods. A prospective pilot study included 219 brain-dead patients. The age of the donors was 54 (41; 61) years, men – 132 (60.3%), women – 87 (39.7%). The diagnoses leading to BD were: intracerebral hemorrhage (n=114 (58%)), cerebral infarction (n=31 (16%)), traumatic brain injury (n=35 (18%)), subarachnoid hemorrhage (n=9 (5%)), posthypoxic encephalopathy (n=6 (3%)). To determine the level of CRP content, a biochemical analyzer AU 680 (Bechman Coulter, USA) and the method of immunoturbidimetric analysis were used. Reference values for serum CRP levels are 0-5 mg/l.

---

Results. The level of CRP during the first council's examination for the determination of BD was already significantly higher than the normal values and equal to 180.9 (100.5; 279.8) mg/l (the minimum value – 0 mg/l, the maximum one – 656.2 mg/l). At the same time, only 2 (0.9%) potential donors had normal CRP values. In 20-24 hours after the first examination, a further statistically significant increase in the level of CRP up to 229 (122.4; 316.1) mg/l,  $p < 0.001$  was noted. The level of CRP during the second council's examination for the determination of BD was also statistically significantly higher compared to stages 1 and 2 and made up 274.7 (182.1; 365) mg/l,  $p < 0.001$ .

Conclusions. The data we obtained demonstrated that already at the beginning of establishing brain death, 99.1% of potential donors had a significantly increased level of CRP – 180.9 (100.5; 279.8) mg/l.

*Keywords: C-reactive protein, brain death, potential donor, organ donor, transplantation.*

## Введение

Трансплантация органов является жизненно важной медицинской процедурой, которая позволяет спасти и значительно улучшить качество жизни пациентов с тяжелыми заболеваниями [1, 2]. Однако проблема дефицита донорских органов остается актуальной во всем мире, что подчеркивает необходимость эффективного использования всех возможных потенциальных доноров органов и тканей.

Значительное количество донорских органов может быть утрачено из-за несвоевременной и недостаточной коррекции различных системных нарушений, возникающих вследствие смерти мозга (СМ) у пациента [3, 4]. Поэтому своевременное и адекватное медицинское сопровождение (кондиционирование) доноров со смертью мозга, которое в том числе включает выявление и устранение гомеостатических нарушений и инфекционных осложнений, играет ключевую роль в повышении качества и количества органов, пригодных для трансплантации [5, 6]. При этом инфекционные осложнения у потенциальных доноров со смертью мозга на данный момент представляют собой актуальную и важную проблему [7, 8].

Для комплексной оценки возможности проведения забора органов у доноров со смертью мозга используются различные лабораторные критерии. Эти критерии дают информацию как о наличии синдрома полиорганной недостаточности, так и о возможном наличии инфицирования донора [4].

Одним из наиболее простых и доступных маркеров воспаления и инфекции является С-реактивный белок (СРБ). СРБ быстро увеличивается при воспалительных процессах любой этиологии и быстро реагирует на усиление или уменьшение тяжести воспаления. Оценка в ди-

намике уровня СРБ у доноров со смертью мозга должна помогать своевременно распознавать и корректировать инфекционные осложнения. При этом существенным недостатком данного показателя является его неспецифическое повышение при различных повреждениях и травмах, хирургических операциях и других причинах, которые сопровождаются воспалением и разрушением тканей.

В связи с этим, целью нашего исследования было изучить динамику уровня С-реактивного белка у потенциальных доноров перед забором органов и тканей для трансплантации.

## Материал и методы

В проспективное исследование было включено 219 потенциальных доноров, которые находились в ОАиР Могилевской области с 1 января 2018 по 1 января 2024 г. На проведение исследования было получено согласие Комитета по этике УЗ «Могилевская областная клиническая больница» (№1/2018). Возраст потенциальных доноров был равен 54 (41; 61) г. (минимальный возраст – 18 лет, максимальный возраст – 74 года). Масса тела была равна 80 (72; 90) кг, рост – 172 (165; 179) см, индекс массы тела – 26,7 (24,7; 29,4) кг/м<sup>2</sup>. Доноров мужского пола было 132 (60,3%), женского – 87 (39,7%).

Критериями включения в настоящее исследование были:

1. Наличие основного диагноза: внутримозговое кровоизлияние (ВМК), черепно-мозговая травма (ЧМТ), субарахноидальное кровоизлияние (САК), инфаркт головного мозга (ИГМ), постгипоксическая энцефалопатия (ПЭ).

2. Проведение врачебного консилиума по констатации смерти мозга.

Состояние смерти мозга (биологическая смерть) устанавливалось врачебным консилиу-

мом учреждения здравоохранения, где находился потенциальный донор, в соответствии с общепризнанными международными критериями и действующими нормативно-правовыми актами Республики Беларусь [9, 10].

Заболеваниями, которые привели к смерти головного мозга, были: ВМК (n=114 (58%)), ИГМ (n=31 (16%)), ЧМТ (n=35 (18%)), САК (n=9 (5%)), ПЭ (n=6 (3%)). У 127 (58%) доноров были выявлены сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца).

Среднее время от поступления в ОАиР до первого обследования врачебного консилиума было равно 60 (33,3; 120) ч (минимальное – 5 ч, максимальное – 642 ч), время между первым и вторым обследованием консилиума – 36 (27,3; 52) ч.

У 106 (48,4%) доноров было закончено 2-ое обследование врачебного консилиума по констатации СМ и проведена операция по изъятию донорских органов или тканей для трансплантации (эффективные доноры). Причинами отказа от забора органов и/или тканей было развитие полиорганной дисфункции или недостаточности, выявление вирусных инфекционных заболеваний (гепатиты В и С, ВИЧ), остановка сердечной деятельности.

Состояние донора со смертью мозга во время медицинского сопровождения оценивалось с применением клинических и лабораторно-инструментальных методов обследования. Также донорам проводился анализ крови для определения СРБ на следующих этапах: 1 этап – во время проведения первого обследования врачебного консилиума по констатации СМ; 2 этап – через 20-24 ч после проведения первого обследования; 3 этап – во время проведения второго обследования врачебного консилиума по констатации СМ. Кроме этого, всем донорам проводился общий анализ крови, биохимический анализ крови, коагулограмма и другие лабораторно-инструментальные исследования, согласно постановлению Министерства здравоохранения №11 от 15.02.2022 г. Об утверждении клинического протокола «Медицинское сопровождение умершего донора (взрослое население)».

С целью определения уровня содержания СРБ использовали биохимический анализатор AU 680 (Bechman Coulter, США), применялся метод иммунотурбидиметрического анализа. Референтные значения содержания СРБ в сыворотке крови составляют 0-5 мг/л.

Статистический анализ полученных результатов был проведен с применением программы Statistica 12.0 (StatSoft Inc., США). Проверка полученных данных на нормальность распределения была проведена с применением теста Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk Test). В случае нормального распределения полученные данные представлялись средним значением и стандартным отклонением ( $M \pm SD$ ), а в случае распределения, отличного от нормального, данные представлялись в виде медианы и квартилей ( $Me (LQ; UQ)$ ). С целью оценки значимости различий между независимыми группами использовали тест Манна-Уитни (Mann-Whitney U Test), а между зависимыми – тест Вилкоксона (Wilcoxon Matched Pairs Test). С целью оценки значимости различий в трех независимых группах использовали критерий Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test) и Медианный тест (Median Test). Оценка наличия корреляции проводилась с помощью непараметрического коэффициента корреляции Спирмена (Spearman rank, R). Отличия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Уровень С-реактивного белка во время проведения 1-го обследования врачебного консилиума по констатации смерти мозга (1 этап) был выше референтных значений – 180,9 (100,5; 279,8) мг/л (минимальные и максимальные значения (min-max) – 0-656,2 мг/л). В референтных значениях СРБ было у 2 (0,9 %) доноров.

На следующем этапе исследования (2 этап) было отмечено статистически достоверное увеличение уровня С-реактивного белка до 229 (122,4; 316,1) мг/л (min-max – 37,1-584,3 мг/л) (тест Вилкоксона,  $p < 0,001$ ).

Уровень С-реактивного белка на 3 этапе (проведение 2-го обследования врачебного консилиума) статистически достоверно увеличился в сравнении с этапами 1 и 2 до 274,7 (182,1; 365) мг/л (min-max – 33,5-560,7 мг/л) (тест Вилкоксона,  $p < 0,001$ ).

При сравнении между собой доноров, причиной СМ которых были естественные болезни (ВМК, ИГМ, ПЭ и САК), и доноров с травматическим повреждением ГМ (ЧМТ) была выявлена разница в уровне С-реактивного белка во время проведения 1-го обследования консилиума (166 (97,3; 267,2) мг/л и 217,5 (145,9; 299) мг/л соответственно (тест Манна-Уитни,  $p < 0,05$ ). В даль-

нейшем на следующих этапах статистически достоверных отличий уровня С-реактивного белка нами не обнаружено: через 20-24 ч – 230,6 (131,3; 312,8) мг/л и 221,6 (91,5; 332,7) мг/л; во время 2-го обследования консилиума – 277 (201,8; 361,5) мг/л и 256 (155,3; 392,4) мг/л, соответственно. Повышенный уровень СРБ у потенциальных доноров с черепно-мозговыми травмами на 1 этапе может быть обусловлен, в том числе, проведенными им оперативными вмешательствами. Сравнение уровня СРБ у потенциальных доноров с различными причинами СМ представлено в таблице.

При сравнении между собой потенциальных (без забора органов и/или тканей) и эффективных доноров по уровню СРБ были получены следующие данные: на 1 этапе (181,1 (100,5; 276,4) мг/л и 183,1 (102,2; 291,2)) мг/л; на 2 этапе (241,4 (156,8; 316,1) мг/л и 209,9 (121,6; 312,8) мг/л); на 3 этапе (305,4 (229,2; 374,2) и 272,5 (170,2; 361,5) мг/л (тест Манна-Уитни,  $p > 0,1$ ).

Проведенный корреляционный анализ установил наличие умеренной положительной корреляции между значениями С-реактивного белка и длительностью интенсивной терапии в ОАиР до проведения операции по забору органов: на 1 этапе –  $R=0,46$  (корреляция Спирмена,  $p < 0,0001$ ), на 2 этапе –  $R=0,28$  ( $p < 0,01$ ), на 3 этапе –  $R=0,31$  ( $p < 0,001$ ).

## Обсуждение

Таким образом, в данном исследовании было показано, что уровень СРБ значительно повышается у пациентов к моменту наступления у них смерти головного мозга – 180,9 (100,5; 279,8) мг/л. Также при дальнейшем медицинском сопровождении потенциальных доноров происходит дальнейшее увеличение уровня СРБ до 274,7 (182,1; 365) мг/л во время окончания констатации смерти мозга непосредственно перед забором донорских органов и тканей для трансплантации.

С-реактивный белок является одним из большого числа белков острой фазы, к которым относятся ИЛ-6, фактор некроза опухолей, фибриноген и др. [11]. СРБ активирует комплемент путем связывания с фосфохолином, экспрессируемым на поверхности мертвых или умирающих клеток и некоторых бактерий. И хотя нативный СРБ в плазме вырабатывается преимущественно гепатоцитами, внепеченочная продукция СРБ зарегистрирована в нейронах, атеросклеротических

бляшках, моноцитах, лимфоцитах и адипоцитах [12].

В результате большого количества исследований было выявлено, что степень нарастания синтеза СРБ непосредственно связана с причиной, ее вызвавшей, в результате чего сформированы примерные референтные значения СРБ при различных патологических процессах, травмах и ожогах [11].

Но кроме активнейшего участия в воспалении, СРБ является главным маркером более обширного процесса системного повреждения органов и тканей организма [11-13]. Изучая СРБ во время различных оперативных вмешательств было установлено, что этот маркер является показателем травматичности и тяжести хирургической операции [14].

С-реактивный белок является и маркером неблагоприятного исхода лечения пациентов с черепно-мозговыми травмами, которые непосредственно могут быть причиной смерти мозга [15]. Так, в данном исследовании было показано, что на 4-5 сутки после получения ЧМТ уровень СРБ у пациентов с последующим летальным исходом был достоверно выше (108,2 (104,3; 186,1) мг/л), чем у пациентов с благоприятным исходом.

Что касается пациентов с нетравматическим тяжелым повреждением головного мозга, то СРБ может увеличиваться в этой группе пациентов даже при отсутствии у них инфекционных осложнений и оперативных вмешательств. В исследовании Осонног Е. et al. было установлено, что уровень СРБ у пациентов с тяжелым поражением головного мозга без признаков ССВО было  $77 \pm 8,2$  мг/л, а с ССВО –  $116 \pm 9,1$  мг/л [16]. Также в ряде исследований демонстрируется, что уровень СРБ независимо связан как с летальностью, так и с функциональными исходами ишемического повреждения головного мозга [17].

Более значительное увеличение уровня СРБ у пациентов со СМ может быть связано с развитием у доноров катехоламинергического шторма, сопровождающегося высвобождением провоспалительных цитокинов TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-6 и IL-8, которые еще больше увеличивают продукцию СРБ [18].

К сожалению, исследований других авторов, где бы анализировался уровень СРБ непосредственно во время констатации смерти мозга, нами найдено не было [19]. Также в данном исследовании нами не оценивалось влияние уровня С-реактивного белка на эффективность трансплантации забранных органов и тканей у реципи-

ентов. В связи с этим, необходимы дальнейшие исследования по изучению влияния динамики уровня СРБ во время кондиционирования функциональных систем донора со смертью мозга на результаты трансплантации у реципиентов.

### Заключение

1. К началу проведения врачебного консилиума по констатации смерти мозга уровень С-реактивного белка был в референтных границах только у 0,9% доноров органов и/или тканей.

2. Доноры с естественными причинами смерти мозга (нетравматические внутричерепные кровоизлияния и ишемические повреждения ГМ) на начало проведения врачебного консилиума имели более низкий уровень СРБ (166 (97,3;267,2) мг/л) в сравнении с донорами с тяжелыми ЧМТ (217,5 (145,9;299) мг/л).

3. Более длительное проведение интенсивной терапии в ОАиР связано с более высоким уровнем С-реактивного белка у доноров со смертью мозга.

**Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов.** Исследование проводилось в рамках гранта Президента Республики Беларусь в здравоохранении «На разработку и внедрение в клиническую практику новых методов диагностики и кондиционирования функциональных систем умершего донора в целях повышения эффективности кондиционирования и последующей трансплантации органов и тканей» (Распоряжение Президента Республики Беларусь от 19 января 2018 г. №32рп).

**Information about the source of support in the form of grants, equipment, medicinal agents.** The research was carried out within the frames of the Republic of Belarus Presidential grant in healthcare “For the development and implementation in clinical practice of new methods of diagnosing and conditioning of functional systems of a deceased donor in order to increase the efficacy of conditioning and subsequent transplantation of organs and tissues” (Order No. 32 rp of the President of the Republic of Belarus dated January 19, 2018).

### Литература

1. Руммо, О. О. Семь лет трансплантации печени в Республике Беларусь / О. О. Руммо // Вестн. трансплантологии и искусств. органов. 2015. Т. 17, № 2. С. 100–104. doi: 10.15825/1995-1191-2015-2-100-104
2. Щастный, А. Т. Достижения и проблемы трансплантологии на современном этапе / А. Т. Щастный, Е. В. Михневич // Вестн. ВГМУ. 2018. Т. 17, № 5. С. 7–16. doi: 10.22263/2312-4156.2018.5.7
3. Уровень кортизола у потенциальных доноров органов / А. Л. Липницкий [и др.] // Вестн. ВГМУ. 2021. Т. 20, № 6. С. 7–13. doi: 10.22263/2312-4156.2021.6.7
4. Виноградов, В. Л. Ведение потенциального донора со смертью мозга (часть 1) / В. Л. Виноградов // Трансплантология. 2014. № 3. С. 23–31.
5. Применение реогепаатографии у потенциального донора для оценки функции печеночного графта / А. Л. Липницкий [и др.] // Вестн. ВГМУ. 2020. Т. 19, № 4. С. 53–61. doi: 10.22263/2312-4156.2020.4.53
6. Салимов, У. Р. Бактериальные осложнения после трансплантации печени. Перспективы дальнейших исследований / У. Р. Салимов, А. Е. Щерба, О. О. Руммо // Трансплантология. 2023. Т. 15, № 2. С. 238–250.
7. Bacterial and fungal infections after liver transplantation: microbial epidemiology, risk factors for infection and death with infection / W. Zhang [et al.] // Ann. Transplant. 2020 May. Vol. 25. Art. e921591. doi: 10.12659/AOT.921591
8. Ten years of donor-derived disease: A report of the disease transmission advisory committee / D. R. Kaul [et al.] // Am. J. Transplant. 2021 Feb. Vol. 21, N 2. P. 689–702. doi: 10.1111/ajt.16178
9. Об утверждении Инструкции о порядке констатации смерти и признании утратившим силу постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 2 июля 2002 г. № 47 : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 20 дек. 2008 г., № 228 // Эталон [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Республики Беларусь. Минск, 2024.
10. Диагностика смерти мозга / под ред. И. Д. Стулина. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 112 с.
11. Вельков, В. В. Комплексная лабораторная диагностика системных инфекций и сепсиса: С-реактивный белок, прокальцитонин, пресепсин / В. В. Вельков. Москва, 2015. 117 с.
12. Pathak, A. Evolution of C-Reactive Protein / A. Pathak, A. Agrawal // Front Immunol. 2019 Apr. Vol. 10. Art. 943. doi: 10.3389/fimmu.2019.00943
13. Динамика содержания С-реактивного белка в сыворотке крови при анестезиологическом обеспечении хирургических вмешательств / В. А. Дудко [и др.] // Вестн. ВГМУ. 2020. Т. 19, № 1. С. 59–65. doi: 10.22263/2312-4156.2020.1.59
14. Оценка травматичности различных хирургических операций по динамике уровня С-реактивного белка [Электронный ресурс] / И. Я. Савостенко [и др.] // Хирургия Беларуси – состояние и развитие : сб. материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием и XVII Съезда хирургов Республики Беларусь, Могилев, 12-13 окт. 2023 г. / под ред. Г. Г. Кондратенко, О. О. Руммо, А. И. Протасевича. Минск, 2023. С. 513–515. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
15. Маркевич, Д. П. Анестезиологическое обеспечение и интенсивная терапия черепно-мозговой травмы и С-реактивный белок как критерий выживаемости и эффективности лечения пациентов / Д. П. Маркевич, А. В. Марочков, В. А. Ливинская // Вестн. ВГМУ. 2020. Т. 19, № 3. С. 59–68. doi: 10.22263/2312-4156.2020.3.59
16. Serum procalcitonin and C-reactive protein as markers

- of sepsis and outcome in patients with neurotrauma and subarachnoid haemorrhage / E. Oconnor [et al.] // *Anaesth Intensive Care*. 2004 Aug. Vol. 32, N 4. P. 465–470. doi: 10.1177/0310057X0403200402
17. CRP as a potential predictor of outcome in acute ischemic stroke / J. Bian [et al.] // *Biomed. Rep.* 2023 Jan. Vol. 18, N 2. Art. 17. doi: 10.3892/br.2023.1599
18. The proinflammatory environment in potential heart and lung donors: prevalence and impact of donor management and hormonal therapy / R. V. Venkateswaran [et al.] // *Transplantation*. 2009 Aug. Vol. 88, N 4. P. 582–588. doi: 10.1097/TP.0b013e3181b11e5d
19. Липницкий, А. Л. Динамика уровня С-реактивного белка у потенциальных доноров органов и тканей [Электронный ресурс] / А. Л. Липницкий, А. В. Марочков // Хирургия Беларуси – состояние и развитие : сб. материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием и XVII Съезда хирургов Республики Беларусь, Могилев, 12-13 окт. 2023 г. / под ред. Г. Г. Кондратенко, О. О. Руммо, А. И. Протасевича. Минск, 2023. С. 901–903. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Поступила 11.06.2024 г.

Принята в печать 28.08.2024 г.

## References

1. Rummo OO. Seven years of liver transplantation in the Republic of Belarus. *Vestn Transplantologii Iskusstv Organov*. 2015;17(2):100-4. (In russ.). doi: 10.15825/1995-1191-2015-2-100-104
2. Shchastnyy AT, Mikhnevich EV. Achievements and problems of transplantology at the present stage. *Vestn VGMU*. 2018;17(5):7-16. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2018.5.7
3. Lipnitski AL, Marochkov AV, Karpelev GM, Lipnitskaya VV. Cortisol levels in potential organ donors. *Vestn VGMU*. 2021;20(6):7-13. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2021.6.7
4. Vinogradov VL. Management of a potential donor with brain death (part 1). *Transplantologiya*. 2014;(3):23-31. (In Russ.)
5. Lipnitski AL, Tochilo SA, Marochkov AV, Borisov OL, Antipenko AA. Use of rheohepatography in a potential donor to assess hepatic graft function. *Vestn VGMU*. 2020;19(4):53-61. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2020.4.53
6. Salimov UR, Shcherba AE, Rummo OO. Bacterial complications after liver transplantation. Prospects for further research. *Transplantologiya*. 2023;15(2):238-50. (In Russ.)
7. Zhang W, Wang W, Kang M, Wu S, Liu Y, Liao Q, et al. Bacterial and fungal infections after liver transplantation: microbial epidemiology, risk factors for infection and death with infection. *Ann Transplant*. 2020 May;25:e921591. doi: 10.12659/AOT.921591
8. Kaul DR, Vece G, Blumberg E, La Hoz RM, Ison MG, Green M, et al. Ten years of donor-derived disease: A report of the disease transmission advisory committee. *Am J Transplant*. 2021 Feb;21(2):689-702. doi: 10.1111/ajt.16178
9. On Approval of the Instruction on the Procedure of Death Statement and Recognition of the Decree of the Ministry of Health of the Republic of Belarus No. 47 of July 2, 2002, as null and void: postanovlenie M-va zdravookhraneniya Resp Belarus', 20 dek 2008 g, № 228. V: Nats. tsentr pravovoi inform. Respubliki Belarus'. Etalon. Minsk, RB; 2024. (In Russ.)
10. Stulin ID, red. Diagnosing brain death. Moscow, RF: GEOTAR-Media; 2010. 112 p. (In Russ.)
11. Velkov VV. Comprehensive laboratory diagnosis of systemic infections and sepsis: C-reactive protein, procalcitonin, presepsin. Moscow, RF; 2015. 117 p. (In Russ.)
12. Pathak A, Agrawal A. Evolution of C-Reactive Protein. *Front Immunol*. 2019 Apr 30;10:943. doi: 10.3389/fimmu.2019.00943
13. Dudko VA, Subbotina EA, Politov IV, Lipnitski AL, Kulik AS, Marochkov AV. Dynamics of C-reactive protein content in blood serum during anesthetic support of surgical interventions. *Vestn VGMU*. 2020;19(1):59-65. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2020.1.59
14. Savostenko IYa, Lipnitski AL, Vyukhina EV, Stavchikov EL, Marochkov AV. Assessment of traumatization of various surgical operations by the dynamics of C-reactive protein level. V: Kondratenko GG, Rummo OO, Protasevich AI, red. *Khirurgiya Belarusi – sostoyanie i razvitie: sb materialov nauch-prakt konf s mezhdunar uchastiem i XVII S"ezda khirurgov Respubliki Belarus', Mogilev, 12-13 okt 2023 g.* Minsk, RB; 2023. R. 513-5. 1 elektron opt disk (CD-ROM). (In Russ.)
15. Markevich DP, Marochkov AV, Livinskaya VA. Anesthesia management and intensive care of head injury and C-reactive protein as a criterion of survival and effectiveness of treatment of patients. *Vestn VGMU*. 2020;19(3):59-68. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2020.3.59
16. Oconnor E, Venkatesh B, Mashongonyika C, Lipman J, Hall J, Thomas P. Serum procalcitonin and C-reactive protein as markers of sepsis and outcome in patients with neurotrauma and subarachnoid haemorrhage. *Anaesth Intensive Care*. 2004 Aug;32(4):465-70. doi: 10.1177/0310057X0403200402
17. Bian J, Guo S, Huang T, Li X, Zhao S, Chu Z, et al. CRP as a potential predictor of outcome in acute ischemic stroke. *Biomed Rep*. 2023 Jan 17;18(2):17. doi: 10.3892/br.2023.1599
18. Venkateswaran RV, Dronavalli V, Lambert PA, Steeds RP, Wilson IC, Thompson RD, et al. The proinflammatory environment in potential heart and lung donors: prevalence and impact of donor management and hormonal therapy. *Transplantation*. 2009 Aug;88(4):582-8. doi: 10.1097/TP.0b013e3181b11e5d
19. Lipnitski AL, Marochkov AV. Dynamics of CRP level in potential organ and tissue donors. V: Kondratenko GG, Rummo OO, Protasevich AI, red. *Khirurgiya Belarusi – sostoyanie i razvitie: sb materialov nauch-prakt konf s mezhdunar uchastiem i XVII S"ezda khirurgov Respubliki Belarus', Mogilev, 12-13 okt 2023 g.* Minsk, RB; 2023. R. 901-3. 1 elektron opt disk (CD-ROM). (In Russ.)

Submitted 11.06.2024

Accepted 28.08.2024

**Сведения об авторах:**

А.Л. Липницкий – к.м.н., доцент, зав. отделением по координации забора органов и тканей для трансплантации, Могилёвская областная клиническая больница; доцент филиала кафедр анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК и госпитальной хирургии с курсом ФПК и ПК, Витебский государственный медицинский университет, <https://orcid.org/0000-0002-2556-4801>,

e-mail: [Lipnitski.al@gmail.com](mailto:Lipnitski.al@gmail.com) – Липницкий Артур Леонидович;

А.В. Марочков – д.м.н., профессор, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, Могилёвская областная клиническая больница; профессор филиала кафедр анестезиологии и реаниматологии с курсом ФПК и ПК и госпитальной хирургии с курсом ФПК и ПК, Витебский государственный медицинский университет, <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>.

**Information about authors:**

A.L. Lipnitski – Candidate of Medical Sciences, head of the department for coordination of taking organs and tissues for transplantation, Mogilev Regional Clinical Hospital; associate professor of the affiliated branch of the Chairs of Anesthesiology and Resuscitation with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining and Hospital Surgery with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, <https://orcid.org/0000-0002-2556-4801>,

e-mail: [Lipnitski.al@gmail.com](mailto:Lipnitski.al@gmail.com) – Artur L. Lipnitski;

A.V. Marochkov – Doctor of Medical Sciences, professor, anesthesiologist-resuscitator of the anesthesiology and resuscitation department, Mogilev Regional Clinical Hospital; professor of the branch of the Chairs of Anesthesiology & Resuscitation and Hospital Surgery with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>.