

АГРЕГАЦИЯ ТРОМБОЦИТОВ У ДОНОРОВ ТРОМБОЦИТАРНОЙ МАССЫ И СВЕЖЕЗАМОРОЖЕННОЙ ПЛАЗМЫ

СТАРОВОЙТОВ А.Г.¹, ЛИПНИЦКИЙ А.Л.^{2,3}, МАРОЧКОВ А.В.^{2,3}

¹Могилевская областная станция переливания крови, г. Могилев, Республика Беларусь

²Могилевская областная клиническая больница, г. Могилев, Республика Беларусь

³Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2021. – Том 20, №5. – С. 42-48.

PLATELET AGGREGATION IN DONORS OF PLATELET MASS AND FRESH FROZEN PLASMA

STAROVOITOV A.G.¹, LIPNITSKI A.L.^{2,3}, MAROCHKOV A.V.^{2,3}

¹Mogilev Regional Blood Transfusion Station, Mogilev, Republic of Belarus

²Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus

³Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2021;20(5):42-48.

Резюме.

На данный момент самым распространенным в клинической практике способом, который позволяет определить функциональное состояние тромбоцитов, является метод агрегации тромбоцитов.

Целью настоящего исследования является изучение агрегации тромбоцитов у доноров тромбоцитарной массы и свежезамороженной плазмы.

Материал и методы. В исследование был включен 31 донор свежезамороженной плазмы и тромбоцитарной массы. Исследование агрегации тромбоцитов проводили турбидиметрическим методом на анализаторе AP2110 (ЗАО «СОЛАР», Минск, Республика Беларусь) с индуктором: АДФ (применяли концентрацию 0,3 мкг/мл, 0,6 мкг/мл, 1,25 мкг/мл и 2,5 мкг/мл), адреналин (применяли концентрацию 2,5 мкМ и 5,0 мкМ), коллаген – 2 мг/мл.

Результаты. Было проведено 33 анализа агрегации тромбоцитов у доноров перед забором тромбоцитарной массы и свежезамороженной плазмы. Только в 10 случаях (30,3%) у доноров имелась нормальная агрегация тромбоцитов, гипоагрегация была выявлена в 15 случаях (45,5%) и гиперагрегация – в 8 исследованиях (24,2%). Нарушение агрегации тромбоцитов было выявлено у всех доноров, у которых имелась в анамнезе перенесенная инфекция COVID-19 (у 5 – гипоагрегация, у 4 – гиперагрегация). У доноров, не имеющих в анамнезе данную инфекцию, встречаемость нарушений агрегации тромбоцитов была статистически значимо ниже – 63,6% (у 10 – гипоагрегация, у 4 – гиперагрегация), $p=0,04$. Наличие в анамнезе у донора перенесенной COVID-19 инфекции является независимым предиктором нарушения агрегации тромбоцитов (Хи-квадрат=7,24, $p=0,007$).

Заключение. Исследование агрегации тромбоцитов должно быть обязательным перед забором тромбоцитарной массы у всех доноров.

Ключевые слова: агрегация тромбоцитов, тромбоциты, тромбоцитарная масса, тромбоконцентрат, свежезамороженная плазма, новая коронавирусная инфекция, COVID-19.

Abstract.

Currently, the most common method in clinical practice, that enables the determination of the functional state of platelets, is the method of platelet aggregation.

Objectives. To study the aggregation of platelets in donors of platelet mass and fresh frozen plasma.

Material and methods. The study included 31 donors of fresh frozen plasma and platelet mass. The study of platelet aggregation was carried out by the turbidimetric measurement technique on the AP2110 analyzer (ZAO «SOLAR», Minsk, Republic of Belarus) with an inductor: ADP (concentrations of 0.3 $\mu\text{g/ml}$, 0.6 $\mu\text{g/ml}$, 1.25 $\mu\text{g/ml}$ and 2.5 $\mu\text{g/ml}$).

were used), epinephrine (concentrations of 2.5 μM and 5.0 μM were used), collagen (concentration of 2 mg/ml). Results. 33 analysis of platelet aggregation were performed in donors prior to collection of platelet mass and fresh frozen plasma. Only in 10 cases (30.3%) donors had normal platelet aggregation, hypoaggregation was detected in 15 cases (45.5%) and hyperaggregation – in 8 studies (24.2%). Impaired platelet aggregation was detected in all donors who had COVID-19 infection in their anamnesis (in 5 – hypoaggregation, in 4 – hyperaggregation). In donors who didn't have this infection in their anamnesis, the incidence of platelet aggregation disorders was statistically significantly lower – 63.6% (in 10 – hypoaggregation, in 4 – hyperaggregation), $p=0.04$. The presence of COVID-19 infection in the donor's anamnesis is an independent predictor of impaired platelet aggregation (Chi-square=7.24, $p=0.007$). Conclusions. The study of platelet aggregation must be mandatory before collecting platelet mass in all donors. Key words: platelet aggregation, platelets, platelet mass, thromboconcentrate, fresh frozen plasma, new coronavirus infection, COVID-19.

Интенсивная терапия критических состояний у пациентов очень часто требует коррекции нарушений системы гемостаза [1, 2]. Самыми частыми нарушениями, требующими трансфузионной терапии, являются синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания и тромбоцитопения. Тромбоцитопения часто встречается у пациентов с сепсисом и полиорганной недостаточностью и уже давно признана независимым предиктором риска летального исхода и чувствительным маркером тяжести заболевания [3, 4]. Переливание тромбоцитарной массы у данных пациентов используется для предотвращения или лечения кровотечений, при этом риск кровотечения увеличивается с нарастанием степени тромбоцитопении. У пациентов с сепсисом пороговое количество тромбоцитов, обеспечивающее защиту, может быть значительно выше, что отражает тяжесть поражения сосудистого русла [5]. Обычно рекомендуемый порог количества тромбоцитов для переливания тромбоцитарной массы находится в диапазоне $10-50 \cdot 10^9/\text{л}$, в зависимости от клинической ситуации, дополнительного риска кровотечения, наличия центральной тромбоцитопении [6].

В настоящее время основным элементом контроля качества тромбоцитарной массы при ее заготовке на станциях переливания крови является количество тромбоцитов у донора от 180 до $250 \cdot 10^9/\text{л}$. При этом такие характеристики, как способность тромбоцитов к гипо- или гиперагрегации не учитываются. Основным методом, который показывает нарушение функции тромбоцитов, является изучение агрегационных свойств с применением различных индукторов: аденозиндифосфата (АДФ), адреналина, ристомицина, коллагена и других [7-9]. Информация об агрегации тромбоцитов у доноров может дать информа-

цию для врачей-анестезиологов-реаниматологов, врачей-трансфузиологов и других специалистов об особенностях агрегации тромбоцитов в тромбоконцентрате с целью прогнозирования клинического эффекта от данного лекарственного средства у пациента в критическом состоянии.

В связи с этим целью настоящего исследования является изучение агрегации тромбоцитов у доноров тромбоцитарной массы и свежезамороженной плазмы.

Материал и методы

Нами было проведено проспективное клиническое исследование, на которое было получено разрешение комитета по этике УЗ «Могилевская областная клиническая больница». В исследование был включен 31 донор компонентов крови (свежезамороженной плазмы (СЗП) и тромбоцитарной массы). Общая характеристика доноров: мужчин – 18 (58,1%) и женщин – 13 (41,9%), возраст 42 (34; 47) года, рост 179 (167; 185,5) см, масса тела 88,5 (74; 95) кг, индекс массы тела 27,5 (25,1; 29,8) кг/м². Единственным сопутствующим заболеванием у доноров было ожирение 1 степени (7 доноров (22,6%)). Также 9 доноров имели в анамнезе перенесенную инфекцию COVID-19 (не ранее 6 месяцев до сдачи компонентов крови), 7 из которых отметили, что принимали во время данной болезни антиагрегантные (аспирин) и/или антикоагулянтные (ривароксабан) лекарственные средства. Группа крови была О(I) у 10 доноров, А(II) – 12 доноров, В(III) – 9 доноров. Средний стаж донорства был 11 (9; 17) лет. Положительный резус-фактор был у 23 доноров, отрицательный – у 8 доноров.

Перед началом забора компонентов крови донора осматривал врач-терапевт, проводилось

лабораторное исследование (общий анализ крови с определением уровня тромбоцитов, общий белок, уровень АЛТ). У 16 доноров после взятия анализа крови на агрегацию тромбоцитов проводился забор тромбомассы, у 13 доноров – СЗП, также у 2 доноров проводился забор СЗП и тромбомассы с разницей между сдачами более 1 месяца. Среднее число сдач компонентов крови за 2020 г. для доноров тромбомассы было 5 (3; 9) случаев, для доноров СЗП – 14 (10; 20) случаев.

С целью изучения агрегации тромбоцитов у донора перед сдачей компонентов крови проводили забор 5 мл венозной крови в пробирку с цитратом. Обогащенную тромбоцитами плазму получали с помощью центрифугирования на скорости 1000 об/мин на центрифуге FENOX MC-24 (ООО «АнализМедПром», Республика Беларусь). Исследование агрегации проводилось на автоматическом анализаторе AP2110 (ЗАО «СОЛАР», Республика Беларусь). Данный метод основан на проведении оптической трансмиссионной агрегатометрии: изучение процесса агрегации, который индуцируется добавлением к обогащенной тромбоцитами плазме определенного количества индуктора агрегации, регистрируемый фотометрически по изменению оптической плотности [7].

Каждый анализ включал исследование со следующими наиболее часто применяющимися индукторами агрегации тромбоцитов: АДФ (применяли концентрацию 0,3 мкг/мл, 0,6 мкг/мл, 1,25 мкг/мл и 2,5 мкг/мл), адреналин (применяли концентрацию 2,5 мкМ и 5,0 мкМ), коллаген – 2 мг/мл. Агрегация тромбоцитов изучалась с каждой дозой индуктора в течение 600 секунд. По результатам анализа для каждой дозы индуктора выстраивалась агрегатограмма и вычислялись количественные параметры агрегации: степень агрегации (%) – самый максимальный показатель светопропускания плазмы от добавления индуктора; время агрегации (с) – время, которое соответствовало максимальной степени агрегации; скорость агрегации (%/мин) – изменение светопропускания плазмы после добавления индуктора, которое определяется на отрезке длиной 30 с от точки минимального светопропускания во время латентного периода агрегации. Всего было проведено 33 исследования агрегации тромбоцитов.

На основании количественных данных (значения степени, скорости и времени агрегации) и качественных характеристик агрегатограммы (наличие реакции высвобождения, наличие и степень дезагрегации, регистрация второй

волны агрегации) врачом-лабораторной диагностики делалось заключение об агрегационной активности тромбоцитов.

Статистическую обработку результатов исследования проводили при помощи пакета программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Данные проверялись на нормальность распределения с помощью теста Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk Test). В случае нормального распределения полученные данные представлялись в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (SD). Если нормальное распределение не подтверждалось, то данные представлялись в виде медианы (Me) и квартилей (25%; 75%). Для оценки значимости отличий в трех группах применяли критерий Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test). Для оценки значимости отличий качественных признаков применяли критерий χ^2 (Chi-square test). Для прогнозирования вероятности наличия нарушения агрегации применяли метод бинарной логистической регрессии.

Полученные различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Значения основных параметров агрегации у доноров тромбоцитарной массы и свежезамороженной плазмы и сравнение их с референтными значениями представлены в таблице 1. Как следует из данной таблицы, среднее время агрегации тромбоцитов у доноров было ниже референтных значений при применении АДФ со всеми концентрациями, а также с адреналином в дозе 2,5 мкМ. Степень агрегации была ниже нормы при применении АДФ в дозе 0,6 мкг/мл. С индуктором АДФ в дозе 1,25 и 2,5 мкг/мл и коллагеном средняя скорость агрегации тромбоцитов была выше референтных значений.

Все результаты исследования были разделены на 3 группы в зависимости от выданного заключения об агрегационной активности тромбоцитов: с нормальной агрегацией (группа 1, $n=10$ (30,3%)), с гипоагрегацией (группа 2, $n=15$ (45,5%)) и гиперагрегацией (группа 3, $n=8$ (24,2%)) (табл. 2). Таким образом, в 23 (69,7%) случаях у доноров были выявлены нарушения агрегации тромбоцитов. При сравнении показателей всех трех групп между собой были получены достоверные отличия для всех показателей агрегации с индуктором АДФ 0,3 мкг/мл (для степени, времени и скорости). При применении

Таблица 1 – Показатели агрегации тромбоцитов у доноров

Индуктор	Степень агрегации, %; референтные значения*	Время агрегации, с; референтные значения*	Скорость агрегации, %/мин; референтные значения*
АДФ, 0,3 мкг/мл	21,2 (14,1; 29,6); 13-26	63 (56; 78); 66-102	23,8 (17,6; 36,8); 13-24
АДФ, 0,6 мкг/мл	33,5 (25,7; 44,7); 53-64	90 (71; 342); 360-540	29,6 (25,4; 40,8); 26-43
АДФ, 1,25 мкг/мл	65,7 (50,6; 73,8); 56-74	326 (122; 357); 420-540	50 (37,2; 60); 28-46
АДФ, 2,5 мкг/мл	74,2 (65,1; 79,7); 56-80	261 (185; 334); 480-540	59,8 (51,8; 64,4); 30-48
Адреналин, 2,5 мкМ	64,8 (29,6; 72,7); 52,3-68,2	437 (353; 547); 498-552	18,2 (12,4; 24,2); 8,6-18,6
Адреналин, 5,0 мкМ	71 (32,7; 77,8); 54-76	480 (394; 545); 480-600	18,6 (14; 24); 8,9-21
Коллаген, 2 мг/мл	84 (78,5; 89,3); 70-90	341 (314; 417); 300-570	12,4 (9,9; 18); 2-9

Примечание: * – референтные значения для данного метода агрегации тромбоцитов приведены согласно источнику [7].

Таблица 2 – Значения показателей агрегации тромбоцитов у доноров в группе 1, 2 и 3

	Параметры агрегации	АДФ, 0,3 мкг/мл	АДФ, 0,6 мкг/мл	АДФ, 1,25 мкг/мл	АДФ, 2,5 мкг/мл	Адреналин, 2,5 мкМ	Адреналин, 5,0 мкМ	Коллаген, 2 мг/мл
Группа 1	Степень, %	18,5 (14,1; 24)*	35 (30; 44,7)*	67,2 (63,2; 69,3)*	76,6 (71,6; 79,7)*	71,2 (64,8; 76,6)*	73,4 (73,2; 81,3)*	86,5 (82,5; 90,4)
	Время, с	62,5 (56; 72)*	96,5 (79; 421)*	377 (347; 466)*	321 (265; 399)*	555 (437; 589)*	534 (428; 563)	316,5 (305; 339)*
	Скорость, %/мин	20,3 (15,8; 35,2)*	28,4 (18,8; 31)	44,3 (31,6; 53,6)	58 (51,8; 64,2)	17,2 (13; 20,2)*	17,3 (13,8; 21)*	11,7 (10; 17,8)
Группа 2	Степень, %	16,2 (10,5; 24,4)	25,7 (19,9; 37)	49,1 (40,4; 65,7)	65,1 (53,2; 75,1)	29,3 (17,1; 33,9)	30,7 (22,7; 40,8)	79,6 (76,6; 90,1)
	Время, с	61 (53; 66)	70 (62; 89)	118 (108; 130)	184 (152; 193)	346 (97; 480)	324 (99; 497)	341 (300; 462)
	Скорость, %/мин	19,6 (15,8; 27,4)	28,4 (22,2; 40,8)	43,6 (36,2; 62)	54,4 (41,4; 67,4)	12,4 (7,2; 19,4)	14,6 (12; 18,8)	11,4 (6,8; 14,6)
Группа 3	Степень, %	43,1 (30,2; 63)	61,6 (45,8; 69)	76,5 (74,1; 77,9)	77,5 (74,1; 81,1)	73 (71,9; 82,2)	80,7 (75,6; 83,8)	83,8 (81,8; 85,4)
	Время, с	354 (133; 446,5)	379,5 (293; 447)	347 (333; 383,5)	314,5 (287,5; 362)	453,5 (394,5; 493,5)	452,5 (408; 509)	412,5 (353; 471,5)
	Скорость, %/мин	39,2 (29,3; 44,3)	40,7 (34,2; 49,5)	56,4 (55,5; 63,7)	61,2 (57,2; 64)	27,4 (23,8; 30,7)	24,9 (23,2; 27,5)	18,5 (14,1; 22,4)

Примечание: * – $p < 0,05$ при сравнении показателей между всеми группами (Kruskal-Wallis test).

АДФ в дозах 0,6, 1,25 и 2,5 мкг/мл не было получено значимых отличий между группами только для показателя скорость агрегации ($p > 0,05$). При добавлении индуктора адреналина в обеих

концентрациях были получены достоверные отличия со всеми показателями агрегации в указанных группах, за исключением показателя «время агрегации» с концентрацией 5 мкМ. Показатели

«степень» и «скорость» при применении коллагена в концентрации 2 мг/мл не отличались между собой в указанных группах.

Частота встречаемости нарушений агрегации тромбоцитов (гипо- или гиперагрегация) была у доноров, перенесших инфекцию COVID-19, в 100% случаев (у 5 – гипоагрегация, у 4 – гиперагрегация). У доноров без данной инфекции в анамнезе частота встречаемости нарушений агрегации тромбоцитов была статистически значимо ниже – 63,6% (у 10 – гипоагрегация, у 4 – гиперагрегация), $p=0,04$.

Для прогнозирования вероятности наличия у донора свежезамороженной плазмы или тромбоцитарной массы нарушения агрегации тромбоцитов был проведен логистический регрессионный анализ. Исследуемыми признаками были: пол донора, возраст, масса тела, рост, ИМТ, наличие ожирения, группа крови, стаж донорства, число донаций за последний год, перенесенная COVID-19 инфекция в анамнезе. Независимым предиктором нарушения агрегации тромбоцитов у донора было только наличие в анамнезе перенесенной COVID-19 инфекции ($\chi^2=7,24$, $p=0,007$).

Обсуждение

В настоящее время метод агрегации тромбоцитов наиболее часто применяется в клинической практике для исследования эффективности назначения различных лекарственных препаратов, влияющих на тромбоциты. Также имеются доказательства, что данный метод может применяться и для определения прогноза заболевания у пациентов с недостаточным антиагрегантным эффектом на тромбоцитарное звено гемостаза [9].

В медицинских базах данных имеются только единичные научные работы, в которых исследовалась бы агрегация тромбоцитов у доноров компонентов крови [10]. В данных исследованиях метод агрегации тромбоцитов применялся как способ контроля качества тромбоцитарной массы в процессе ее хранения. Известно, что метаболическая активность тромбоцитов продолжается на протяжении всего их хранения, при этом ряд факторов, связанных с хранением тромбоконцентрата и метаболизмом тромбоцитов в нем, влияет не только на количество клеток, но и на их функциональную целостность. В связи с этим исследование агрегации тромбоцитов в тромбоконцентрате также может применяться как контрольный метод, показывающий качество и эффективность

хранения данного препарата крови [11, 12].

В нашем исследовании было продемонстрировано, что у доноров компонентов крови в 69,7% случаев были выявлены нарушения агрегации тромбоцитов. При этом если наличие гипоагрегации у данных доноров (5 случаев) могло быть связано с продолжающимся приемом антиагрегантных лекарственных средств, то наличие гиперагрегации (4 случая) может объясняться непосредственным действием вируса SARS-CoV-2 на тромбоциты. Ранее нами было показано, что пациенты с инфекцией COVID-19, даже несмотря на назначение им антиагрегантных и антикоагулянтных лекарственных средств, имели гиперагрегацию с низкими дозами индуктора АДФ [2, 13]. Однако на данный момент не установлен возможный механизм гиперагрегации тромбоцитов у пациентов, переболевших инфекцией COVID-19.

Таким образом, изучение функции тромбоцитов у доноров может дать достоверную диагностическую информацию для принятия решения о целесообразности проведения забора тромбоцитарной массы у донора. Необходимы дальнейшие исследования по изучению агрегации тромбоцитов не только у доноров компонентов крови, но и в полученной тромбоцитарной массе с целью прогнозирования клинического эффекта при ее применении.

Заключение

1. Учитывая высокую распространенность инфекции COVID-19, наличие случаев повторных заболеваний, возможность развития стертых, субклинических форм у вакцинированных пациентов, исследование агрегации тромбоцитов должно быть обязательным перед забором тромбоцитарной массы у всех доноров.

2. Для контроля агрегации тромбоцитов у доноров достаточно проводить исследование агрегации с индуктором АДФ в дозе 0,3 мкг/кг и адреналином в дозе 2,5 мкМ.

Литература

1. The unique characteristics of COVID-19 coagulopathy / T. Iba [et al.] // Crit. Care. – 2020 Jun. – Vol. 24, N 1. – P. 360.
2. Особенности агрегации тромбоцитов у пациентов с инфекцией COVID-19. Предварительные результаты / А. В. Марочков [и др.] // Новости хирургии. – 2020. – Т. 28, № 5. – С. 558–564.
3. Blood platelets and sepsis pathophysiology: A new

- therapeutic prospect in critically ill patients? / A. Dewitte [et al.] // *Ann. Intensive Care.* – 2017 Dec. – Vol. 7, N 1. – P. 115.
4. Thrombocytopenia in adult patients with sepsis: incidence, risk factors, and its association with clinical outcome / C. Venkata [et al.] // *J. Intensive Care.* – 2013 Dec. – Vol. 1, N 1. – P. 9.
 5. Greinacher, A. Thrombocytopenia in the intensive care unit patient / A. Greinacher, K. Selleng // *Hematology Am. Soc. Hematol. Educ. Program.* – 2010. – Vol. 2010. – P. 135–143.
 6. Platelet transfusions for critically ill patients with thrombocytopenia / L. Lieberman [et al.] // *Blood.* – 2014 Feb. – Vol. 123, N 8. – P. 1146–1151.
 7. Тромбоцитарная агрегатометрия в клинической практике : пособие для врачей / Е. Т. Зубовская [и др.]. – Минск : ПроняПлюс, 2018. – 69 с.
 8. Агрегация тромбоцитов и их размеры при ожоговой болезни у детей / Г. Я. Левин [и др.] // *Гематология и трансфузиология.* – 2019. – Т. 64, № 4. – С. 462–470.
 9. Мирзаев, К. Б. Оценка агрегации тромбоцитов в клинической практике / К. Б. Мирзаев, Д. А. Андреев, Д. А. Сычев // *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* – 2015. – Т. 11, № 1. – С. 85–91.
 10. Platelet aggregation and quality control of platelet concentrates produced in the Amazon Blood Bank / M. J. D. Coêlho [et al.] // *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.* – 2011. – Vol. 33, N 2. – P. 110–114.
 11. Tynngård, N. Preparation, storage and quality control of platelet concentrates / N. Tynngård // *Transfus. Apher. Sci.* – 2009 Oct. – Vol. 41, N 2. – P. 97–104.
 12. Decreased platelet aggregation of platelet concentrate during storage recovers in the body after transfusion / R. Miyaji [et al.] // *Transfusion.* – 2004 Jun. – Vol. 44, N 6. – P. 891–899.
 13. Выбор и определение оптимальной концентрации индуктора агрегации тромбоцитов при интенсивной терапии пациентов с COVID-19 инфекцией / А. В. Марочков [и др.] // *Вестн. ВГМУ.* – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 16–24.

Поступила 03.09.2021 г.

Принята в печать 11.10.2021 г.

References

1. Iba T, Levy JH, Connors JM, Warkentin TE, Thachil J, et al. The unique characteristics of COVID-19 coagulopathy. *Crit Care.* 2020 Jun;24(1):360. doi: 10.1186/s13054-020-03077-0
2. Marochkov AV, Lipnitskii AL, Tcopolov DS, Kupreeva IA, Dozortceva OV. Peculiarities of platelet aggregation in patients with COVID-19 infection. Preliminary results. *Novosti Khirurgii.* 2020;28(5):558-64. (In Russ.)
3. Dewitte A, Lepreux S, Villeneuve J, Rigotherier C, Combe C, Ouattara A, et al. Blood platelets and sepsis pathophysiology: A new therapeutic prospect in critically ill patients? *Ann Intensive Care.* 2017;7(1):115. doi:10.1186/s13613-017-0337-7
4. Venkata C, Kashyap R, Farmer JC, Afessa B. Thrombocytopenia in adult patients with sepsis: incidence, risk factors, and its association with clinical outcome. *J Intensive Care.* 2013 Dec 30;1(1):9. doi: 10.1186/2052-0492-1-9
5. Greinacher A, Selleng K. Thrombocytopenia in the intensive care unit patient. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program.* 2010;2010:135-43. doi: 10.1182/asheducation-2010.1.135
6. Lieberman L, Bercovitz RS, Sholapur NS, Heddle NM, Stanworth SJ, Arnold DM. Platelet transfusions for critically ill patients with thrombocytopenia. *Blood.* 2014 Feb 20;123(8):1146-51. doi: 10.1182/blood-2013-02-435693
7. Zubovskaia ET, Vilchuk KU, Kurlovich IV, Dvornikov SS, Komiak DI. Platelet aggregometry in clinical practice: posobie dlia vrachei. Minsk, RB: ProniaPlus; 2018. 69 p. (In Russ.)
8. Levin GIa, Popovicheva AN, Sosnina LN, Sheremetev IuA. Platelet aggregation and platelet size in pediatric burn disease. *Gematologiya i Transfuziologiya.* 2019;64(4):462-70. (In Russ.)
9. Mirzaev KB, Andreev DA, Sychev DA. Assessment of platelet aggregation in clinical practice. *Ratsion Farmakoterapiia Kardiologii.* 2015;11(1):85-91. (In Russ.)
10. Coêlho MJ, Monteiro Tde C, Vasquez FG, Silva KL, Dos Santos KS, de Oliveira VM, et al. Platelet aggregation and quality control of platelet concentrates produced in the Amazon Blood Bank. *Rev Bras Hematol Hemoter.* 2011;33(2):110-4. doi: 10.5581/1516-8484.20110030
11. Tynngård N. Preparation, storage and quality control of platelet concentrates. *Transfus Apher Sci.* 2009 Oct;41(2):97-104. doi: 10.1016/j.transci.2009.07.001
12. Miyaji R, Sakai M, Urano H, Nakata K, Sakamoto H, Shirahata A. Decreased platelet aggregation of platelet concentrate during storage recovers in the body after transfusion. *Transfusion.* 2004 Jun;44(6):891-9. doi: 10.1111/j.1537-2995.2004.03214.x
13. Marochkov AV, Lipnitski AL, Starovoitov AG, Dazortsava VU, Livinskaya VA. Selection and determination of the optimal concentration of the platelet aggregation inducer in intensive therapy of patients with COVID-19 infection. *Vestn VGMU.* 2021;20(3):16-24. (In Russ.)

Submitted 03.09.2021

Accepted 11.10.2021

Сведения об авторах:

Старовойтов А.Г. – врач-валеолог, Могилевская областная станция переливания крови,
<https://orcid.org/0000-0003-3884-8712>;

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

Марочков А.В. – 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 ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
<https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>.

Information about authors:

*Starovoitov A.G. – valeologist, Mogilev Regional Blood Transfusion Station,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3884-8712>;*

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

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

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, 212016, г. Могилев, ул. Бельницкого-Бирули, д. 12, Могилевская областная клиническая больница, отделение по координации забора органов и тканей для трансплантации. E-mail: Lipnitski.al@gmail.com – Липницкий Артур Леонидович.

Correspondence address: Republic of Belarus, 212016, Mogilev, 12 Belynitsky-Birula str., Mogilev Regional Clinical Hospital, the department for taking organs and tissues for transplantation. E-mail: Lipnitski.al@gmail.com – Artur L. Lipnitski.