

## СВЯЗЬ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ГЕМОЛИЗА С РАЗВИТИЕМ АРИТМИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

<sup>1</sup>Пронько Т. П., <sup>1</sup>Максимович Е. Н., <sup>2</sup>Янушко А. В., <sup>1</sup>Снежицкий В. А., <sup>1</sup>Максимович Н. А.

<sup>1</sup>Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

<sup>2</sup>Гродненский областной клинический кардиологический центр, Гродно, Беларусь

*Введение.* Проведение коронарного шунтирования (КШ) у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) может приводить к развитию разных осложнений в послеоперационном периоде.

*Цель исследования.* Установить связь интраоперационного гемолиза (ИОГ) с развитием аритмий у пациентов с ИБС после КШ в условиях искусственного кровообращения (ИК).

*Материал и методы.* По степени ИОГ пациенты были разделены на 3 группы (гр.) в соответствии с уровнем свободного гемоглобина [Нбсв.] в плазме крови (анализатор HemoCue Plasma/Low Hb, Швеция): группа 1 –  $\leq 0,1$  г/л; группа 2 –  $> 0,1$  г/л и  $< 0,5$  г/л; группа 3 –  $\geq 0,5$  г/л. Используемые методы: электрокардиография, суточное мониторирование ЭКГ. Осуществлялся анализ частоты аритмий в изучаемых группах пациентов с операцией КШ с разным уровнем ИОГ в периоперационном (во время операции и в течение первых суток после нее) и в раннем (до 1 месяца) периодах.

*Результаты.* Аритмии наблюдались у 2,3% пациентов 1-й группы, у 11,9% – 2-й группы, у 52,6% – 3-й группы. Отмечались ассоциации между [Нбсв.] в плазме крови в конце ИК и аритмиями ( $R_s=0,70$ ,  $p<0,001$ ).

*Выводы.* Установлена связь интраоперационного гемолиза в условиях искусственного кровообращения с развитием аритмий после коронарного шунтирования у пациентов с ишемической болезнью сердца.

**Ключевые слова:** коронарное шунтирование, гемолиз, аритмии.

*Для цитирования:* Связь интраоперационного гемолиза с развитием аритмий у пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования / Т. П. Пронько, Е. Н. Максимович, А. В. Янушко, В. А. Снежицкий, Н. А. Максимович // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2019. Т. 17, № 3. С. 319-325 <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-3-319-325>

### Введение

Проведение КШ у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) может приводить к развитию в послеоперационном периоде разных осложнений, среди которых аритмии – в числе ведущих [1, 2]. Наиболее частым и достаточно опасным видом послеоперационных аритмий является фибрилляция предсердий [3], которая, по данным разных авторов, встречается у 25-65% пациентов. У пациентов с фибрилляцией предсердий после КШ отмечали увеличение смертности вследствие нарушений мозгового кровообращения и инфаркта миокарда [4]. Считают, что развитие аритмий в периоперационном и раннем периодах после КШ – это реакция проводящей системы сердца на возобновление в нем кровотока после холодной, а в последующем – тепловой кардиopleгии. Как следствие, реоксигенация миокарда после восстановления в нем венозного кровотока и приводит к развитию окислительного стресса, а также к клеточным и метаболическим нарушениям, способствующим возникновению электрической гетерогенности миокарда [5]. Данные литературы дают основание предположить, что усугубление описанных выше процессов может быть вызвано разрушением эритроцитов в контурах аппарата ИК, используемого во время кардиохирургических операций для поддержания кровообращения в органах и тканях и создания оптимальных условий для выполнения операции на «сухом» сердце. Известно, что использование ИК имеет ряд негативных последствий: гипероксия, гипотер-

мия, непальсирующий кровоток, гемодилуция, результатом которых является механическое повреждение форменных элементов [6]. Отдельные авторы считают, что гемолиз может приводить к осложнениям со стороны сердечно-сосудистой системы и представлять непосредственную угрозу для жизни пациентов, перенесших операцию КШ [7, 8]. Однако данные литературы не дают ответа на вопрос о влиянии той или иной степени ИОГ на частоту и структуру аритмий.

*Цель исследования* – установить связь интраоперационного гемолиза с развитием аритмий у пациентов с ишемической болезнью сердца после коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения.

### Материал и методы

Исследования проведены у 123 пациентов с ИБС учреждения здравоохранения «Гродненский областной клинический кардиологический центр» и одобрены этическими комитетами данного учреждения и учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет».

Оценка степени ИОГ осуществлялась по уровню свободного гемоглобина [Нбсв.] в плазме крови с помощью анализатора HemoCue Plasma/Low Hb, Швеция в начале и по окончании операции КШ [9]. Для достижения цели исследования в соответствии с данными литературы и уровнем свободного гемоглобина [Нбсв.] в плазме крови по окончании операции КШ сформированы 3 группы пациентов: группа 1 ( $n=43$ ) – пациенты, у которых не выявлен ИОГ

(без ИОГ) – [Hбсв.  $\leq 0,1$  г/л; группа 2 (n=42) – с низким ИОГ (нИОГ) – [Hбсв.]  $> 0,1$  г/л и  $< 0,5$  г/л, а также группа 3 (n=38) – с высоким ИОГ (вИОГ) – [Hбсв.]  $\geq 0,5$  г/л. В исследование были включены пациенты с ИБС обоего пола в возрасте до 75 лет. В исследование не включались пациенты с наличием гематологических заболеваний, принимающих препараты эритропоэтина или железа, с наличием сопутствующих острых воспалительных заболеваний или хронической патологии в стадии обострения, сахарным диабетом I и II типа, патологией щитовидной железы, подагрой, острой и хронической болезнью почек, онкологическими заболеваниями, когнитивными расстройствами, препятствующие контакту с пациентом, а также наличием в анамнезе острого нарушения мозгового кровообращения. Всем пациентам до и после КШ проводились исследование биохимических показателей крови, стандартная электрокардиография, а также суточное мониторирование ЭКГ. Изучение частоты и структуры аритмий в группах пациентов с КШ с разным уровнем ИОГ выполняли в периоперационном (во время операции и в течение первых суток после нее) и в раннем (до 1 месяца) периодах [1]. В соответствии с целью исследования выполнен анализ частоты и клинической структуры аритмий в пери- и в ранний послеоперационные периоды КШ у пациентов с разной степенью интраоперационного гемолиза [10].

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программы Statistica 10.0 для Windows (StatSoft, Inc., США). Учитывая негауссовский тип распределения признаков, для обработки полученных результатов использовали непараметрические методы описательной статистики: количественные данные представлены в виде Me [LQ;UQ], где Me – медиана, LQ – значение нижнего квартиля; UQ – значение верхнего квартиля, а категориальные – в виде абсолютных и относительных частот признаков. При сравнении медиан количественных переменных нескольких независимых групп использовался тест Краскела-Уоллиса, для сравнения категориальных данных – точный критерий Фишера, критерий  $\chi^2$ , с поправкой Йетса – при малых частотах. Силу взаимосвязи показателей оценивали с помощью корреляционного анализа на основе коэффициента ассоциации (критерий Кендалла) по его значению ( $R_s \leq 0,25$  – слабая;  $0,25 < R_s < 0,75$  – умеренная и  $R_s \geq 0,75$  – сильная). С целью проверки гипотезы зависимости частоты развития аритмий от степени ИОГ, определяемой по уровню свободного гемоглобина, проводили статистический регрессионный и ROC-анализ в статистической программе SPSS Statistics 21.0 (SPSS, США). Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ .

### **Результаты и обсуждение**

Клиническая характеристика пациентов с разной степенью интраоперационного гемолиза, перенесших операцию КШ, дана в таблице 1.

Пациенты с ИБС всех групп сопоставимы по возрасту, полу, продолжительности ИБС, клас-

сам стенокардии напряжения, частоте постишемического кардиосклероза и частоте нарушений ритма сердца в анамнезе,  $p > 0,05$ . Среди аритмий в анамнезе встречались фибрилляция предсердий, наджелудочковые и желудочковые экстрасистолы (ЭС), а также блокада правой и левой ножки пучка Гиса ( $p > 0,05$ ). Пациенты всех групп были сопоставимы по наличию аритмий и сопутствующих заболеваний ( $p > 0,05$ ).

При проведении реваскуляризации миокарда у пациентов с ИБС наиболее частыми осложнениями были аритмии как в периоперационном периоде, так и в течение первого месяца наблюдения – в раннем периоде (табл. 2).

После операции в первый месяц (периоперационный и ранний периоды) аритмии развивались у 27 (21,95%) пациентов. Согласно классификации аритмий Сыркина А. Л. [2], развившиеся у 6 (4,86%) пациентов аритмии (фибрилляция желудочков, желудочковая тахикардия) были отнесены к аритмиям, опасным для жизни, у 7 (5,7%) пациентов – к гемодинамически значимым аритмиям (фибрилляция предсердий, трепетание предсердий и наджелудочковая тахикардия).

Среди наблюдаемых опасных для жизни аритмий: у 3 пациентов диагностировали фибрилляцию желудочков и у такого же количества других пациентов – пароксизмальную желудочковую тахикардию. Из гемодинамически значимых аритмий наиболее часто наблюдали фибрилляцию предсердий, которая зарегистрирована у 7 пациентов (5,7%,  $p < 0,001$ ), что согласуется с данными литературы [Omer S., 2016].

Нарушения ритма сердца (наджелудочковые и желудочковые экстрасистолы I-II классов, АВ-блокада 1-й и 2-й степени), относящиеся к другим видам аритмий, наблюдали у 11 (9,0%) пациентов, что составило менее половины от развившихся во время и после операции КШ аритмий. Среди данных аритмий желудочковые ( $p < 0,001$ ) и наджелудочковые ( $p < 0,05$ ) экстрасистолы I-II классов наблюдали чаще, чем АВ-блокады 1-й и 2-й степени.

В итоге у обследованной когорты пациентов в периоперационном и раннем периодах после КШ жизнеопасные аритмии регистрировались реже (4,9%), чем гемодинамически значимые (8,1%,  $p < 0,05$ ) и другие виды аритмий (9,0% ( $p < 0,001$ )).

Наиболее высокая частота аритмий в изучаемый период после КШ установлена у пациентов с высокой степенью ИОГ (табл. 3).

Так, в 3-й группе у пациентов с вИОГ аритмии выявлены у 52,6%, что более чем в четыре раза чаще, чем во 2-й группе у пациентов с нИОГ ( $p < 0,001$ ) и более чем в десять раз чаще, чем в 1-й группе у пациентов без ИОГ ( $p < 0,001$ ).

В итоге в 3-й (вИОГ) и во 2-й (нИОГ) группах аритмии, наблюдаемые у оперированных пациентов, встречались чаще, чем в 1-й группе (без ИОГ),  $p < 0,001$ , а у пациентов 3-й группы были чаще, чем во 2-й группе,  $p < 0,001$  (табл. 3).

В первые сутки после КШ аритмии диагностированы у 14 человек (11,4%),  $p < 0,001$ , табл. 2.

**Таблица 1.** – Клиническая характеристика пациентов с разной степенью интраоперационного гемолиза (ИОГ)**Table 1.** – Clinical characteristics of patients with different degrees of intraoperative hemolysis (IOH)

Показатель	Группа 1 (без ИОГ), n=43	Группа 2 (нИОГ), n=42	Группа 3 (вИОГ), n=38
Возраст, лет	60 (56; 63)	64 (58; 66)	66 (60; 68)
Пол (муж), n (%)	36 (87,8)	32 (78,0)	31 (78,0)
Пол (жен), n (%)	7 (12,2)	10 (22,0)	7 (22,0)
Продолжительность ИБС, лет	8,5 (4,2; 11,4)	8,9 (4,6; 10,8)	9,5 (6,2; 12,1)
Постинфарктный кардиосклероз, n (%)	37 (86,1)	36 (85,7)	33 (86,8)
ССН ФК <sub>цп</sub> , n (%)	9 (20,1)	11 (26,2)	6 (15,8)
ССН ФК <sub>шп</sub> , n (%)	34 (79,9)	31 (73,8)	32 (84,2)
Сопутствующая АГ, n (%)	36 (87,8)	38 (90,2)	38 (92,7)
Продолжительность АГ, лет	10 (6; 11)	8 (5; 10)	11,5 (9; 15)
ФК NYHA II, n (%)	36 (83,7)	31 (73,8)	33 (86,8)
ФК NYHA III, n (%)	7 (16,3)	11 (26,2)	5 (13,2)
Хронический бронхит, ремиссия, n (%)	7 (16,3)	9 (21,4)	12 (31,6)
Гастропатия, n (%)	18 (41,9)	17 (40,5)	20 (52,6)
Мочекаменная болезнь, n (%)	6 (13,9)	9 (21,4)	7 (18,4)
Остеоартроз, n (%)	0 (0)	3 (7,1)	1 (2,6)
Креатинин, ммоль/л	99 (89; 104)	105 (98; 110)	106 (99; 112)
ИМТ, ед.	27,8 (24,7; 29,2)	27,7 (24,8; 29,2)	29,1 (25,9; 32,2)
Избыточная масса тела и ожирение, n (%)	36 (83,7)	31 (73,8)	33 (86,8)
Избыточная масса тела, n (%)	22 (51,2)	18 (42,9)	18 (47,4)
Ожирение, n (%)	14 (32,6)	13 (31)	15 (39,5)
Hb <sub>св</sub> , г/л	0,05 (0,01; 0,10)	0,30 <sup>°°</sup> (0,20; 0,30)	0,90 <sup>°°••</sup> (0,70; 1,20)

Примечание: количественные данные представлены в виде Me [LQ; UQ], где Me – медиана, LQ – значение нижнего квартиля; UQ – значение верхнего квартиля, а категориальные – в виде абсолютных и относительных частот признаков; нИОГ – низкий ИОГ; вИОГ – высокий ИОГ; Hb<sub>св</sub> – уровень свободного гемоглобина в плазме крови после КШ; различия статистически значимы ( $p < 0,001$ ) к: <sup>°°</sup> – 1-й группе (без ИОГ) и <sup>°°••</sup> – 2-й группе (нИОГ).

**Таблица 2.** – Частота и структура аритмий у пациентов с ИБС после коронарного шунтирования в периоперационном (ПП) и раннем (РП) периодах**Table 2.** – Frequency and structure of arrhythmias in patients with coronary artery disease after coronary bypass surgery in the perioperative and in the early periods

Виды аритмий	Частота аритмий						p
	ПП + РП		ПП		РП		
	n	%	n	%	n	%	
Всего аритмий	27	22,0	14	11,4	13	10,6	NS
Фибрилляция желудочков	3	2,43	2	1,63	1	0,81	NS
Желудочковая тахикардия	3	2,43	3	2,43	-	-	NS
Фибрилляция предсердий	7	5,70	3	2,43	4	3,25	NS
Трепетание предсердий	2	1,62	1	0,81	1	0,81	NS
Наджелудочковая тахикардия	1	0,81	-	-	1	0,81	NS
Другие:	11	9,0	5	4,07	4	3,25	NS
AV блокада 1-2 ст.	2	1,6	-	-	2	1,6	NS
Желудочковая ЭС	5	4,1	4	3,25	3	2,43	NS
Наджелудочковая ЭС	4	3,3	1	0,81	3	2,43	NS

Примечание: данные представлены в виде абсолютных и относительных частот признаков;

AV блокада – атриовентрикулярная блокада

Наиболее часто аритмии периоперационного периода (26,3%) наблюдали у пациентов в 3-й группе с высоким ИОГ,  $p < 0,001$ , таблица 3.

Частота опасных для жизни и гемодинамически значимых аритмий у пациентов данной группы составила более половины от всех развившихся аритмий, что больше, чем в 1-й и 2-й группах,  $p < 0,001$ , таблица 4.

В раннем периоде после КШ аритмии развивались у 13 человек, или у 10,6%,  $p < 0,001$  от обследованной когорты пациентов и их частота не отличалась от значений в периоперационном периоде ( $p > 0,05$ ) (табл. 2).

В группе пациентов с вИОГ аритмии раннего периода наблюдали у 10 (26,3%) пациентов,

в группе с нИОГ – только у 3 человек, или у 7,14%,  $p < 0,001$ , а в группе без ИОГ они не регистрировались (табл. 5).

У пациентов 3-й группы (по сравнению с 1-й и 2-й группами) в РП преобладали гемодинамически значимые (10,5% ( $p < 0,05$ )) и другие аритмии – 7,89% ( $p < 0,05$ ) и не наблюдали опасных для жизни аритмий.

Другие виды аритмий у пациентов с вИОГ были представлены желудочковыми и наджелудочковыми экстрасистолиями и атриовентрикулярными блокадами 1 и 2 степени.

Выполненный корреляционный анализ с использованием непараметрического критерия Кендалла ( $R_s$ ) выявил наличие ассоциаций между

показателем, характеризующим степень ИОГ – [Hbcв.] в плазме крови с частотой аритмий в послеоперационном периоде ( $R_s = 0,70$ ,  $p < 0,001$ ), в том числе в периоперационном ( $R_s = 0,46$ ;  $p < 0,001$ ) и в раннем ( $R_s = 0,33$ ;  $p < 0,001$ ) периодах. На основе логистической регрессии и ROC-анализа получены данные, свидетельствующие о значимости показателя [Hbcв.] в оценке вероятности развития аритмий (рисунок). При расчетном значении [Hbcв.]  $> 0,85$  г/л у пациентов с ИБС после КШ определяется высокий риск их развития: чувствительность данного метода диагностики аритмий составила – 86,4%, специфичность – 92,7%, PPV (прогностическая ценность положительного результата) = 96,9%, NPV (прогностическая ценность отрицательного результата) = 70,4%, площадь под ROC-кривой (AUC) составила 0,892 (0,803–0,981) с приведенным в скобках 95% доверительным интервалом.

Согласно данным литературы, развитие послеоперационных аритмий обусловлено восстановлением кровотока в зоне ишемии, вследствие чего возобновление оксигенации в миокарде инициирует развитие окислительного стресса. Активные формы кислорода приводят к структурно-метаболическим нарушениям, проявляющимся повреждением клеточных мембран, возникновением электролитного дисбаланса, формированием электрической гетерогенности миокарда, нарушением возбудимости и генерации импульсов в проводящей системе сердца. Развитию аритмий в послеоперационном периоде могут способствовать посттравматическое ремоделирование камер сердца, неадекватная защита миокарда во время операции, обусловленная составом используемого кардиоплегического раствора, на-

**Таблица 3.** – Частота аритмий после операции коронарного шунтирования у пациентов с разной степенью интраоперационного гемолиза (ИОГ) в периоперационный (ПП) и ранний (РП) периоды

**Table 3.** – Frequency of arrhythmias after surgery with various degrees of intraoperative hemolysis (ИОГ) in the perioperative and early periods

Виды осложнений	Группа 1 (без ИОГ)		Группа 2 (нИОГ)		Группа 3 (вИОГ)	
	п	%	п	%	п	%
Аритмии	2	4,7**	5	11,9**	20	52,6
Аритмии в ПП	2	4,7**	2	4,8**	10	26,3
Аритмии в РП	-	-	3	7,14**	10	26,3

*Примечание:* нИОГ – низкий ИОГ; вИОГ – высокий ИОГ; данные представлены в виде абсолютной (п) и относительной (%) частот; \*\* – статистические различия 1-й и 2-й групп по сравнению с 3-й группой,  $p < 0,001$

**Таблица 4.** – Частота и структура аритмий в периоперационный период у пациентов с ИБС с разным уровнем интраоперационного гемолиза (ИОГ) после операции коронарного шунтирования

**Table 4.** – The frequency and structure of arrhythmias in patients with coronary artery disease after cardiopulmonary bypass surgery in the perioperative period with different levels of intraoperative hemolysis (ИОГ)

Виды аритмий	Группа 1 (без ИОГ)		Группа 2 (нИОГ)		Группа 3 (вИОГ)	
	п	%	п	%	п	%
Все аритмии	2	4,65**	5	11,9**	20	52,6
Фибрилляция желудочков	-	-	1	2,38	2	5,26
Желудочковая тахикардия	-	-	-	-	3	7,89
Фибрилляция предсердий	1	2,32	1	2,38	5	15,8
Трепетание предсердий	-	-	1	2,38	1	2,63
Наджелудочковая тахикардия	-	-	-	-	1	2,63
Другие	1	2,32**	2	4,80**	8	23,7

*Примечания:*

нИОГ – низкий ИОГ; вИОГ – высокий ИОГ;

данные представлены в виде абсолютной (п) и относительной (%) частот;

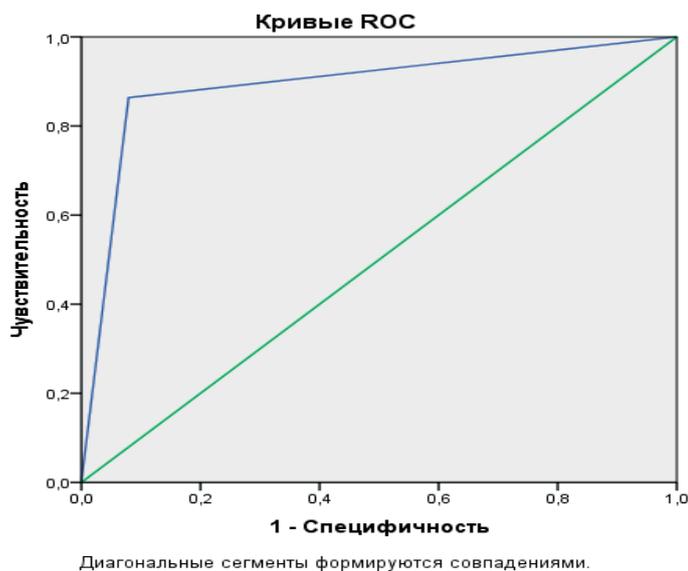
\*\* – статистические различия 1-й и 2-й групп по сравнению с 3-й группой,  $p < 0,001$

**Таблица 5.** – Частота и структура аритмий у пациентов в раннем периоде коронарного шунтирования с разной степенью интраоперационного гемолиза, ИОГ

**Table 5.** – The frequency and structure of arrhythmias in patients with coronary artery disease after cardiopulmonary bypass surgery in the early period with different levels of intraoperative hemolysis (IOH)

Виды аритмий	Группа 1 (без ИОГ)		Группа 2 (нИОГ)		Группа 3 (вИОГ)		Все	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Аритмии	0	0	3	7,14**	10	26,3	13	10,6
Фибрилляция желудочков	0	0	1	2,38	0	0	1	0,81
Фибрилляция предсердий	0	0	1	2,38	3	7,89	4	3,25
Трепетание предсердий	0	0	0	0	1	2,63	1	0,81
Другие аритмии	0	0	1	2,38	3	7,89	4	3,25

Примечания: нИОГ – низкий ИОГ; вИОГ – высокий ИОГ; данные представлены в виде абсолютной (n) и относительной (%) частот; \*\* – статистические различия 1-й и 2-й групп по сравнению с 3-й группой,  $p < 0,001$



**Рисунок – ROC-кривая, характеризующая чувствительность и специфичность оценки риска развития послеоперационных аритмий с помощью концентрации свободного гемоглобина в плазме крови после окончания операции коронарного шунтирования**

**Figure – ROC curve characterizing the sensitivity and specificity of assessing the risk of postoperative arrhythmias using the concentration of free hemoglobin in the blood plasma in the end of coronary artery bypass surgery**

правлением его введения, температурой, а также продолжительностью кардиopleгии.

Проведенные исследования по изучению частоты и структуры аритмий после операции КШ выявили наличие зависимости частоты аритмий от уровня интраоперационного гемолиза, косвенное отражение которого – уровень свободного гемоглобина в плазме крови после окончания операции коронарного шунтирования. Результаты исследований по изучению связи возникновения аритмий у пациентов с КШ и степени ИОГ

показали патогенное влияние ИОГ на состояние ритмогенной функции проводящей системы сердца и возбудимость миокарда. Наибольшая частота аритмий в группе с высоким уровнем ИОГ, а также наличие ассоциаций между частотой аритмий и уровнем свободного гемоглобина в плазме крови после КШ доказывает связь возникновения аритмий в послеоперационном периоде с выраженностью интраоперационного гемолиза во время коронарного шунтирования. Очевидно, что полученные данные следует учитывать в клинической практике для своевременной и эффективной профилактики неблагоприятных исходов КШ.

### Выводы

1. После операции КШ у 22% от общей когорты обследованных пациентов (n=123) диагностировали разные виды аритмий. Наиболее высокая частота аритмий (52,6%) установлена в группе пациентов с высоким уровнем интраоперационного гемолиза ( $Hb_{св.} \geq 0,5$  г/л,  $p < 0,001$ ). В данной группе у 13,2% ( $p < 0,05$ ) пациентов зарегистрированы аритмии, представляющие угрозу для их жизни (фибрилляция желудочков, желудочковая тахикардия), в то время как гемодинамически значимые (21,1%) и другие виды (23,7%) аритмий встречались более часто.

2. В общей когорте обследованных методом корреляционного анализа установлена связь интраоперационного гемолиза

с развитием аритмий у пациентов с ИБС после КШ в условиях ИК. Об этом свидетельствуют ассоциации, реализованные между [ $Hb_{св.}$ ] в плазме крови с частотой аритмий в послеоперационном периоде ( $R_s = 0,70$ ,  $p < 0,001$ ) и (в том числе) в периоперационном ( $R_s = 0,46$ ;  $p < 0,001$ ), и в раннем ( $R_s = 0,33$ ;  $p < 0,001$ ) периодах.

3. Уровень свободного гемоглобина в плазме крови у пациентов с ИБС во время операции КШ следует использовать в клинической практике

для раннего прогнозирования вероятности развития аритмий. Одним из важных направлений профилактики развития аритмий у пациентов с ИБС после операции коронарного шунтиро-

вания должны быть мероприятия, направленные на снижение степени интраоперационного гемолиза.

### Литература

1. Непосредственные результаты хирургического и эндоваскулярного лечения больных ишемической болезнью сердца: периоперационные осложнения, факторы риска, прогноз / Л. А. Бокерия [и др.] // Креативная кардиология. – 2011. – Т. 5, № 1. – С. 41-60.
2. Outcomes in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery in the United States based on hospital volume, 2007 to 2011 / L. K. Kim [et al.] // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2016. – Vol. 151, iss. 6. – P. 1686-1692. – doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.01.050.
3. Incidence, predictors, and impact of postoperative atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting in military veterans / S. Omer [et al.] // *Tex. Heart Inst. J.* – 2016. – Vol. 43, iss. 5. – P. 397-403. – doi: 10.14503/THIJ-15-5532.
4. Fengsrud, E. Pre- and postoperative atrial fibrillation in CABG patients have similar prognostic impact / E. Fengsrud, A. Englund, A. Ahlsson // *Scand. Cardiovasc. J.* – 2017. – Vol. 51, iss. 1. – P. 21-27. – doi: 10.1080/14017431.2016.1234065.
5. The sarcoplasmic reticulum and arrhythmogenic calcium release / L. A. Venetucci [et al.] // *Cardiovasc. Res.* – 2008. – Vol. 77, iss. 2. – P. 285-292. – doi: 10.1093/cvr/cvm009.
6. Effects of centrifugal and roller pumps on survival of autologous red cells in cardiopulmonary bypass surgery / C. R. Valeri [et al.] // *Perfusion.* – 2006. – Vol. 21, iss. 5. – P. 291-296. – doi: 10.1177/0267659106073976.
7. Vercaemst, L. Hemolysis in cardiac surgery patients undergoing cardiopulmonary bypass: a review in search of a treatment algorithm / L. Vercaemst // *J. Extra. Corpor. Technol.* – 2008. – Vol. 40, № 4. – P. 257-267.
8. The meaning of a high plasma free haemoglobin: retrospective review of the prevalence of haemolysis and circuit thrombosis in an adult ECMO centre over 5 years / K. C. Pan [et al.] // *Perfusion.* – 2016. – Vol. 31, iss. 3. – P. 223-231. – doi: 10.1177/0267659115595282.
9. Red blood cell trauma during cardiopulmonary bypass: Narrow pore filterability versus free hemoglobin / S. Svenmarker [et al.] // *Perfusion.* – 2000. – Vol. 15, iss. 1. – P. 33-40. – doi: 10.1177/026765910001500106.
10. Гельфанд, И. М. К прогнозированию желудочковых аритмий сердца у больных инфарктом миокарда / И. М. Гельфанд, М. Н. Старкова, А. Л. Сыркин // *Кардиология.* – 1983. – Т. 23, № 5. – С. 9-12.
1. Bokerija LA, Goluhova EZ, Alekjan BG, Shumkov KV, Kakuchaja TT, Medresova AT, Pak NL, Smirnova JuJu. Neposredstvennye rezultaty hirurghicheskogo i jendovaskuljarnogo lechenija bolnyh ishemicheskoy boleznju serdca: perioperacionnye oslozhnenija, factory riska, prognoz [Immediate results of surgical and endovascular treatment of patients with coronary heart disease: perioperative complications, risk factors, prognosis]. *Kreativnaja kardiologija* [Creative cardiology]. 2011;5(1):41-60. (Russian).
2. Kim LK, Looser P, Swaminathan RV, Minutello RM, Wong SC, Girardi L, Feldman DN. Outcomes in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery in the United States based on hospital volume, 2007 to 2011. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2016;151(6):1686-1692. doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.01.050.
3. Omer S, Cornwell LD, Bakshi A, Rachlin E, Preventza O, Rosengart TK, Coselli JS, LeMaire SA, Petersen NJ, Pattakos G, Bakaeen FG. Incidence, predictors, and impact of postoperative atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting in military veterans. *Tex. Heart Inst. J.* 2016;43(5):397-403. doi: 10.14503/THIJ-15-5532.
4. Fengsrud E, Englund A, Ahlsson A. Pre- and postoperative atrial fibrillation in CABG patients have similar prognostic impact. *Scand. Cardiovasc. J.* 2017;51(1):21-27. doi: 10.1080/14017431.2016.1234065.
5. Venetucci LA, Trafford AW, O'Neill SC, Eisner DA. The sarcoplasmic reticulum and arrhythmogenic calcium release. *Cardiovasc. Res.* 2008;77(2):285-292. doi: 10.1093/cvr/cvm009.
6. Valeri CR, MacGregor H, Ragno G, Healey N, Fonger J, Khuri SF. Effects of centrifugal and roller pumps on survival of autologous red cells in cardiopulmonary bypass surgery. *Perfusion.* 2006;21(5):291-296. doi: 10.1177/0267659106073976.
7. Vercaemst L. Hemolysis in cardiac surgery patients undergoing cardiopulmonary bypass: A review in search of a treatment algorithm. *J. Extra. Corpor. Technol.* 2008;40(4):257-267.
8. Pan KC, McKenzie DP, Pellegrino V, Murphy D, Butt W. The meaning of a high plasma free haemoglobin: retrospective review of the prevalence of haemolysis and circuit thrombosis in an adult ECMO centre over 5 years. *Perfusion.* 2016;31(3):223-231. doi: 10.1177/0267659115595282.
9. Svenmarker S, Jansson E, Stenlund H, Engstrom KG. Red blood cell trauma during cardiopulmonary bypass: Narrow pore filterability versus free hemoglobin. *Perfusion.* 2000;15(1):33-40. doi: 10.1177/026765910001500106.
10. Gelfand IM, Starkova MN, Syrkin AL. K prognozirovaniyu zheludochkovykh aritmij serdca u bolnyh infarktomyokarda [On the prognosis of ventricular fibrillation in patients with myocardial infarction]. *Kardiologija* [Cardiology]. 1983;23(5):9-12. (Russian).

### References

1. Bokerija LA, Goluhova EZ, Alekjan BG, Shumkov KV, Kakuchaja TT, Medresova AT, Pak NL, Smirnova JuJu. Neposredstvennye rezultaty hirurghicheskogo i jendovaskuljarnogo lechenija bolnyh ishemicheskoy boleznju serdca: perioperacionnye oslozhnenija, factory riska, prognoz [Immediate results of surgical and endovascular treatment of patients with coronary heart disease: perioperative complications, risk factors, prognosis]. *Kreativnaja kardiologija* [Creative cardiology]. 2011;5(1):41-60. (Russian).

## ARRHYTHMIAS IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE AFTER CORONARY SHUNTING AND INTRAOPERATIVE HEMOLYSIS

<sup>1</sup>Pronko T. P., <sup>1</sup>Maksimovich Ye. N., <sup>2</sup>Yanushko A. V., <sup>1</sup>Snezhitskiy V. A.,  
<sup>1</sup>Maksimovich N. A.

<sup>1</sup>Grodno State Medical University, Grodno, Belarus,

<sup>2</sup>Grodno Regional Clinical Cardiology Center, Grodno, Belarus

*Background.* Cardiopulmonary bypass surgery in patients with coronary artery disease can lead to the development of different complications in the postoperative period.

*Objective.* To establish the relationship between intraoperative hemolysis (IOH) and the development of arrhythmias in patients with coronary artery disease after cardiopulmonary bypass surgery.

*Material and methods.* According to the degree of IOH, the patients were divided into 3 groups based on free Hb level: group 1 –  $\leq 0.1$  g/l; group 2 –  $> 0.1$  g/l and  $< 0.5$  g/l; group 3 –  $\geq 0.5$  g/l. We used electrocardiography and 24-hour ECG monitoring to assess the patients. The frequency of arrhythmias in the studied groups of patients with cardiopulmonary bypass surgery and different levels of IOH in the perioperative (during the operation and the first day after it) and early postoperative period (up to 1 month) was analyzed.

*Results.* Arrhythmias were observed in 2.3% of patients of the 1st group, in 11.9% of patients of the 2nd group and in 52.6% of patients of the 3rd group. Associations between free Hb in plasma at the end of cardiopulmonary bypass surgery and arrhythmias ( $R_s = 0.70$ ,  $p < 0.001$ ) were noted.

*Conclusions.* The relationship between the development of arrhythmias in the postoperative period of coronary artery bypass surgery and the degree of intraoperative hemolysis was established.

**Keywords:** coronary shunting, hemolysis, arrhythmias

*For citation:* Pronko TP, Maksimovich YeN, Yanushko AV, Snezhitskiy VA, Maksimovich NA. Arrhythmias in patients with ischemic heart disease after coronary shunting and intraoperative hemolysis. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2019;17(3):319-325. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-3-319-325>

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

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Financing.** The study was performed without external funding.

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

**Conformity with the principles of ethics.** The study was approved by the local ethics committee.

### Об авторах / About the authors

Пронько Татьяна Павловна / Pronko Tatiana, e-mail: tanya\_pronko@mail.ru

\*Максимович Елизавета Николаевна / Maksimovich Elizaveta, e-mail: Liza516@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4344-4432

Янушко Андрей Вячеславович / Yanushko Andrej, e-mail: kardio@mail.grodno.by

Снежицкий Виктор Александрович / Snezhitskiy Victor, e-mail: snezh@grsmu.by, ORCID: 0000-0002-1706-1243

Максимович Николай Андреевич / Maksimovich Nikolaj, e-mail: drmaksimovich@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5907-5942

\* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 13.05.2019

Принята к публикации / Accepted for publication: 22.05.2019