

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ АУТОГЕМОМАГНИТОТЕРАПИИ С ЦЕЛЬЮ КОРРЕКЦИИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В ИНТРАОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ



К. О. Кротков, В. Н. Валентюкевич

<sup>1</sup>Гродненский областной клинический кардиологический центр, Гродно, Беларусь

*Цель.* Оценить влияние экстракорпоральной аутогемомагнитотерапии на параметры центральной гемодинамики во время оперативного вмешательства по реваскуляризации миокарда (при аортокоронарном, маммарнокоронарном шунтировании) в условиях искусственного кровообращения.

*Материал и методы.* Изучены параметры инвазивной гемодинамики 100 пациентов, находившихся на лечении в отделениях анестезиологии-реанимации. Все пациенты были разделены на 2 группы. Группа 1 (50 чел.) включала стандартное анестезиологическое пособие (многокомпонентная сбалансированная анестезия) при аортокоронарном, маммарнокоронарном шунтировании в условиях искусственного кровообращения без применения экстракорпоральной аутогемомагнитотерапии. В группе 2 (50 чел.) в дополнение к стандартному анестезиологическому пособию использовалась аутогемомагнитотерапия. При помощи системы мониторинга Draeger Infinity Delta (Германия) после катетеризации *a. radialis dextra (sinistra)*, *v.jugularis interna dextra (sinistra)* оценивались показатели инвазивной гемодинамики: систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, среднее артериальное давление, центральное венозное давление, частота сердечных сокращений. Параметры изучались на двух этапах проведения оперативного вмешательства: спустя 10 минут после индукции в анестезию, через 10 минут после введения расчетной дозы протамина.

*Результаты.* Использование метода аутогемомагнитотерапии позволило увеличить параметры инвазивной центральной гемодинамики: систолическое, артериальное давление, диастолическое артериальное давление, среднее артериальное давление. При исследовании параметров частоты сердечных сокращений и центрального венозного давления статистических различий не выявлено.

*Выводы.* Применение экстракорпоральной аутогемомагнитотерапии в интраоперационном периоде при реваскуляризации миокарда может способствовать коррекции гемодинамических нарушений.

**Ключевые слова:** ишемическая болезнь сердца, эндотелиальная дисфункция, магнитная обработка крови, экстракорпоральная аутогемомагнитотерапия, центральная гемодинамика.

*Для цитирования:* Кротков, К. О. Применение метода экстракорпоральной аутогемомагнитотерапии с целью коррекции гемодинамических нарушений в интраоперационном периоде при проведении коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения / К. О. Кротков, В. Н. Валентюкевич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2024. Т. 22, № 1. С. 51-55. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-1-51-55>

## Введение

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) занимает лидирующие позиции среди заболеваний сердечно-сосудистой системы. Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в 2019 г. на 100. 000 населения составила 753,9 смертей, по Гродненской области данный показатель – 794,3 [1]. Если рассматривать общемировую статистику смертности от ишемической болезни по данным Всемирной организации здравоохранения, то доля данной нозологии в 2019 г. составила 16% от общего числа смертей в мире. Наибольший рост смертности в период с 2000 г. пришелся именно на данное заболевание: к 2019 г. смертность от него возросла более чем на 2 млн случаев и достигла 8,9 млн [2.]. Что касается кардиохирургии, то, по данным Senst et al., общая смертность в данной сфере в 2022 г. составила 2-3% [3]. Согласно разным данным, можно выделить основные осложнения в интра- и послеоперационных периодах при операциях по реваскуляризации миокарда: инфаркт миокарда, аритмии, почечная недостаточность, инсульт [4]. Известно, что

гемодинамические интраоперационные нарушения, в частности гипотензия, которая приводит к гипоперфузии внутренних органов и тканей, может повлечь за собой серьезные осложнения. Причины данных осложнений могут быть связаны как с исходным статусом пациентов, так и с особенностями течения интраоперационного периода. В последнее время в отечественных литературных источниках появляются данные о предполагаемом влиянии клиничко-лабораторных факторов эндотелиальной дисфункции (моноцитарный хемоаттрактантный протеин-1, С-реактивный белок, оксид азота, фактор некроза опухоли альфа, интерлейкин-6, гомоцистеин) не только на развитие основных заболеваний сердечно-сосудистой системы, но и их осложнений, в частности на интраоперационные гемодинамические нарушения [5]. Поэтому основная задача в кардиоанестезиологии – воздействие на данные факторы с целью снижения их степени влияния на центральную гемодинамику не только с помощью лекарственных средств, но и инструментальных методов коррекции. Один из таких методов – экстракорпоральная аутогемо-

магнитотерапия (ЭАГМТ), при которой кровь обрабатывается низкочастотным магнитным полем с частотой 40-160 Гц [6].

**Цель исследования** – оценить влияние ЭАГМТ на параметры центральной гемодинамики во время оперативного вмешательства по реваскуляризации миокарда (при аортокоронарном, маммарнокоронарном шунтировании) в условиях искусственного кровообращения.

### **Материал и методы**

Дизайн исследования соответствовал проспективному рандомизированному исследованию. Были изучены параметры инвазивной центральной гемодинамики (систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), среднее артериальное давление (срАД), центральное венозное давление (ЦВД), частота сердечных сокращений (ЧСС)) у 100 пациентов с ишемической болезнью сердца, находившихся на стационарном лечении в отделении анестезиологии и реанимации № 1 УЗ «Гродненский клинический кардиологический центр», которым проводилось оперативное вмешательство по реваскуляризации миокарда (аортокоронарное шунтирование (АКШ), маммарнокоронарное шунтирование (МКШ)) в условиях искусственного кровообращения (ИК). Все пациенты разделили на две группы: в группе 1 (50 пациентов) проводилось стандартное анестезиологическое пособие при АКШ, МКШ в условиях ИК (многокомпонентная сбалансированная анестезия) без применения ЭАГМТ. В группе 2 (50 чел.) выполнялось стандартное анестезиологическое пособие при АКШ, МКШ в условиях ИК (многокомпонентная сбалансированная анестезия) с применением ЭАГМТ. По полу, возрасту, структурному, функциональному состоянию левого желудочка, дооперационному, интраоперационному применению препаратов пациенты были сопоставимы.

Воздействие магнитного поля на кровь осуществлялось с помощью аппарата «НемоSPOK» (ОДО «Магномед», Беларусь). Процедура ЭАГМТ была выполнена 50 пациентам по следующей методике: во время этапа ИК после введения первого кардиоплегического раствора в зазор излучателя индуктора аппарата магнитного воздействия помещается «артериальная, красная» линия магистрали экстракорпорального контура (в данном случае контура искусственного кровообращения). На этапе циркуляции крови через артериальную линию аппарата ИК включается аппарат магнитной обработки крови (МОК) в рабочий режим с заранее заданными характеристиками магнитного поля (режим – Н8, Lev – 130%) на 30 минут. Кровь обрабатывалась в момент ее циркуляции по системе, объемная скорость составляла от 0,4 до 0,7 мл/минуту. В это время на индуктор аппарата МОК подается пульсирующий ток с частотой 10 Гц. Каждый импульс характеризуется изменением тока по частоте от 60 до 200 Гц. Магнитная индукция, создаваемая аппаратом МОК между полюсами индуктора, составляет  $140 \pm 10$  мТл.

При помощи системы мониторинга Draeger Infinity Delta (Германия), после катетеризации a. radialis dextra или sinistra, v. jugularis interna dextra или sinistra изучались показатели инвазивной гемодинамики: САД, ДАД, срАД, ЧСС. Параметры инвазивной гемодинамики исследовались на двух этапах проведения оперативного вмешательства: спустя 10 минут после индукции в наркоз и через 10 минут после введения расчетной дозы протамина.

Статистическую обработку полученного материала проводили с помощью лицензионной программы «Statistica 10.0» (Statsoft Inc, USA). Медианами (Me) и интерквартильными размахами (значения 25-го и 75-го перцентилей) выражали величины, распределение которых было отличным от нормального. Значимость результатов оценивали методом зависимых признаков – с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (Wilcoxon test). При сравнении независимых групп с отличным от нормального распределением значений одного или двух количественных признаков использовался непараметрический метод – критерий Манна-Уитни (M-U критерий). Критический уровень статистической значимости принимали за  $p < 0,05$ . Показатель среднего артериального давления вычислялся по формуле  $\text{срАД} = \text{ДАД} + 1/3(\text{САД} - \text{ДАД})$  [7]. Представленное исследование проводилось с разрешения этической комиссии УЗ «Гродненский областной клинический кардиологический центр».

### **Результаты и обсуждение**

В группе 1 наблюдалось статистически значимое уменьшение САД, ДАД, срАД, а также было снижено процентное соотношение этих параметров по сравнению с исходными данными. В группе 2 выявлено статистически значимое увеличение САД, ДАД, срАД по сравнению с группой 1. Стоит отметить, что на первом этапе исследования параметры инвазивного артериального давления в группе 1 были статистически значимо выше аналогичных параметров в группе 2 (табл. 1).

При анализе центрального венозного давления, а также ЧСС статистически значимых различий между группами не выявлено. Стоит отметить, что в группе 2 показатель ЧСС на втором этапе исследования не уменьшился, а статистически значимо увеличился по сравнению с исходными данными (табл. 2).

Полученные результаты демонстрируют, что использование ЭАГМТ позволило увеличить исследуемые параметры центральной гемодинамики: САД, ДАД, срАД по сравнению с исходными данными. Таким образом можно судить о положительном влиянии метода ЭАГМТ в коррекции гемодинамических расстройств в интраоперационном периоде при проведении оперативных вмешательств по реваскуляризации миокарда.

Проведенный ранее авторами анализ литературных источников показал, что применение метода ЭАГМТ способствовало улучшению САД,

**Таблица 1.** – Динамика изменения показателей центральной гемодинамики у пациентов с ишемической болезнью сердца

**Table 1.** – Dynamics of changes in central hemodynamic parameters in patients with coronary artery disease

Показатель	Этапы исследования	Группа 1		Группа 2	
		Me (25%; 75%)	р	Me (25%; 75%)	р
Систолическое артериальное давление мм рт. ст.	Через 10 минут после индукции в наркоз	99,0 (96,0; 106,0)		97,0 (92,0; 102,0)	<b>+0,029928</b>
	Через 10 минут после введения расчетной дозы протамина	95,0 (90,0; 99,0)	<b>*0,000417</b>	101,0 (96,0; 105,0)	<b>*0,032064</b> <b>+0,000228</b>
Диастолическое артериальное давление мм рт. ст.	Через 10 минут после индукции в наркоз	59,5 (55,0; 63,0)		55,5 (51,0; 60,0)	<b>+0,031271</b>
	Через 10 минут после введения расчетной дозы протамина	52,5 (48,0; 59,0)	<b>*0,000148</b>	59,5 (52,0; 61,0)	<b>*0,546387</b> <b>+0,006733</b>
Среднее артериальное давление мм рт. ст.	Через 10 минут после индукции в наркоз	72,5 (68,0; 78,0)		69,0 (65,0; 73,0)	<b>+0,013204</b>
	Через 10 минут после введения расчетной дозы протамина	66,5 (63,0; 71,0)	<b>*0,000011</b>	72,5 (67,0; 75,0)	<b>*0,017557</b> <b>+0,006733</b>

Примечания –

1 – \* – уровень *p* по отношению к началу лечения (критерий Вилкоксона);

2 – + – уровень *p* по отношению к аналогичному этапу лечения в группе 1 (Критерий Манна-Уитни); выделенный жирным шрифтом *p* – различие статистически значимо

**Таблица 2.** – Динамика изменения показателей центрального венозного давления и частоты сердечных сокращений у пациентов с ишемической болезнью сердца

**Table 2.** – Dynamics of changes in central venous pressure and heart rate in patients with coronary artery disease

Показатель	Этапы исследования	Группа 1		Группа 2	
		Median (25%; 75%)	р	Median (25%; 75%)	р
Частота сердечных сокращений в минуту	Через 10 минут после индукции в наркоз	68,0 (60,0; 75,0)		65,5 (60,0; 76,0)	+0,609268
	Через 10 минут после введения расчетной дозы протамина	78,0 (71,0; 83,0)	<b>*0,000000</b>	79,0 (71,0; 83,0)	<b>*0,000000</b> <b>+0,920221</b>
Центральное венозное давление, мм рт. ст.	Через 10 минут после индукции в наркоз	7,0 (5,0; 9,0)		8,0 (5,0; 9,0)	+0,411078
	Через 10 минут после введения расчетной дозы протамина	6,5 (4,0; 8,0)	*0,288242	7,0 (4,0; 9,0)	+0,488098 <b>*0,367378</b>

ударного объема, минутного объема крови [8]. Однако в литературных данных отсутствует информация о применении данного метода с целью профилактики интраоперационных гемодинамических нарушений в кардиохирургии, что требует дальнейших исследований.

### Выводы

1. Применение ЭАГМТ улучшило параметры центральной инвазивной гемодинамики (САД,

ДАД, срАД, ЦВД, ЧСС) в группе 2 по сравнению с аналогичными параметрами в группе 1.

2. Применение ЭАГМТ позволяет проводить коррекцию гемодинамических нарушений у пациентов с ишемической болезнью сердца в интраоперационном периоде при оперативных вмешательствах по реваскуляризации миокарда (АКШ, МКШ) в условиях ИК.

**Литература**

1. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, рака, диабета, хронических респираторных заболеваний (на 100000 человек населения) [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://sdgplatform.belstat.gov.by/datasets/3.4.1>. – Дата доступа: 20.11.2023.
2. The top 10 causes of death [Electronic resource] / World Health Organization. – Mode of access: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. – Date of access: 20.11.2023.
3. Senst, B. Cardiac Surgery / B. Senst, A. Kumar, R. R. Diaz // StatPearls [Electronic resource]. – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2023. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532935/>. – Date of access: 20.11.2023.
4. Impact of postoperative complications after cardiac surgery on long-term survival / S. Pahwa [et al.] // J Card Surg. – 2021. – Vol. 36, № 6. – P. 2045-2052. – doi: 10.1111/jocs.15471.
5. Якубцевич, Р. Э. Влияние клинико-лабораторных факторов на развитие гемодинамических осложнений во время анестезии при кардиохирургических вмешательствах / Р. Э. Якубцевич, К. О. Кротков // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2021. – Т. 19, № 4. – С. 367-375. – doi: 10.25298/2221-8785-2021-19-4-367-375. – edn: RFVVTN.
6. Гольшко, В. С. Новые аспекты применения экстракорпоральной аутогемомангнитотерапии при ишемической болезни сердца / В. С. Гольшко, В. А. Снежицкий // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2011. – № 1 (33). – С. 20-22. – edn: QANDLB.
7. DeMers, D. Physiology, Mean Arterial Pressure / D. DeMers, D. Wachs // StatPearls [Electronic resource]. – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2023. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538226/>. – Date of access: 20.11.2023.
8. Якубцевич, Р. Э. Использование магнитных полей в реаниматологии и интенсивной терапии

/ Р. Э. Якубцевич, В. В. Спас, С. В. Плетнёв // Медицинские новости. – 2003. – № 3. – С. 72-74. – edn: INNPMMD.

**References**

1. Nacional'nyj statisticheskiy komitet Respubliki Belarus. Smernost' ot serdechno-sosudistyh zabolevanij, raka, diabeta, hronicheskix respiratornyh zabolevanij (na 100000 chelovek naselenija) [Internet]. Available from: <http://sdgplatform.belstat.gov.by/datasets/3.4.1> (Russian).
2. World Health Organization. The top 10 causes of death [Internet]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
3. Senst B, Kumar A, Diaz RR. Cardiac Surgery. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532935/>
4. Pahwa S, Bernabei A, Schaff H, Stulak J, Greason K, Pochettino A, Daly R, Dearani J, Bagameri G, King K, Viehman J, Crestanello J. Impact of post operative complications after cardiac surgery on long-term survival. *J Card Surg*. 2021;36(6):2045-2052. doi: 10.1111/jocs.15471.
5. Yakubtsevich RE, Kratkou KO. Influence of clinical and laboratory factors on the development of hemodynamic complications during anesthesia with cardiac surgery. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2021;19(4):367-375. doi: 10.25298/2221-8785-2021-19-4-367-375. edn: RFVVTN. (Russian).
6. Golyshko VS, Snezhitskiy VA. Novye aspekty primeneniya jekstrakorporal'noj autogemomagnitoterapii pri ishemijskoj bolezni serdca. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2011;1(33):20-22. edn: QANDLB. (Russian).
7. DeMers D, Wachs D. Physiology, Mean Arterial Pressure. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538226/>
8. Yakubtsevich RE, Spas VV, Pletnyov SV. Ispolzovanie magnitnyh polej v reanimatologii i intensivnoj terapii. *Medicinskie novosti*. 2003;3:72-74. edn: INNPMMD. (Russian).

## APPLICATION OF THE METHOD OF EXTRACORPOREAL AUTOHEMOMAGNETIC THERAPY FOR THE PURPOSE OF CORRECTION OF HEMODYNAMIC DISORDERS IN THE INTRAOPERATIVE PERIOD WHEN PERFORMING CORONARY BYPASS UNDER ARTIFICIAL CIRCULATION

**K. O. Kratkou, V. N. Valentyukevich**

*Grodno Regional Clinical Cardiology Center, Grodno, Belarus*

*Purpose of the study. To evaluate the effect of extracorporeal autohemomagnetic therapy on the parameters of central hemodynamics during surgical intervention for myocardial revascularization (aortocoronary and mammary coronary bypass surgery) under conditions of artificial circulation.*

*Material and methods. The parameters of invasive hemodynamics of 100 patients who were treated in anesthesiology and intensive care units were studied. All patients were divided into 2 groups. Group 1 (50 people) received standard anesthesia (multicomponent balanced anesthesia) for coronary artery bypass grafting and mammary coronary artery bypass grafting under artificial circulation without the use of extracorporeal autohemomagnetic therapy. In group 2 (50 people), in addition to standard anesthesia autohemomagnetic therapy was used. After catheterization of a. radialis dextra (sinistra) and v. jugularis interna dextra (sinistra), the invasive hemodynamics parameters were assessed using the Draeger Infinity Delta monitoring system (Germany): systolic blood pressure, diastolic blood*

pressure, mean arterial pressure, central venous pressure, heart rate. The parameters were studied at 2 stages of the surgical intervention: 10 minutes after induction of anesthesia, 10 minutes after administration of the calculated dose of protamine.

**Results.** The use of autohemomagnetic therapy made it possible to increase the parameters of invasive central hemodynamics: systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean arterial pressure. The study of the parameters of heart rate and central venous pressure revealed no statistical differences.

**Conclusions.** The use of extracorporeal autohemomagnetic therapy in the intraoperative period during myocardial revascularization can help correct hemodynamic disorders.

**Keywords:** Coronary heart disease, endothelial dysfunction, magnetic treatment of blood, extracorporeal autohemomagnetic therapy, central hemodynamics.

**For citation:** Kratkou KO, Valentyukevich VN. Application of the method of extracorporeal autohemomagnetotherapy for the purpose of correction of hemodynamic disorders in the intraoperative period when carrying out coronary bypass in conditions of artificial circulatory. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2024;22(1):51-55. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-1-51-55>

**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**

\*Кротков Кирилл Олегович / Kratkou Kiryl, e-mail: k-krotkov@mail.ru, ORCID: 0009-0003-3398-0455

Валентюкевич Валерий Николаевич / Valentyukevich Valeriy

\* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 30.11.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 23.01.2024



Засимович В. Н., Иоскевич Н. Н., Зинчук В. В. Эндартерэктомия из инфраингвинальных артерий. – Брест : Альтернатива, 2024. – 264 с.

В монографии изложены современные представления о методах лечения заболеваний сосудов нижних конечностей, а также вопросы генеза этой патологии с точки зрения вклада газотрансммиттеров в эти процессы.