



Международный опрос о применении кальция при отключении от искусственного кровообращения

В. В. ЛОМИВОРОТОВ¹, С. М. ИСМОИЛОВ¹, В. А. БОБОШКО¹, ДЖ. ЛАНДОНИ²

¹Национальный медицинский исследовательский центр им. акад. Е. Н. Мешалкина, г. Новосибирск, РФ

²Университет Vita-Salute San Raffaele, Милан, Италия

РЕЗЮМЕ

Задача: оценить международную практику использования солей кальция при отключении от аппарата искусственного кровообращения (ИК) после кардиохирургических операций у взрослых пациентов.

Дизайн: опрос с несколькими вариантами ответов о текущей практике использования солей кальция при отключении от аппарата ИК на базе платформы SurveyMonkey.

Участники: кардиохирургические госпитали по всему миру.

Расчет и основные результаты. Всего отправлено 112 электронных писем в российские и зарубежные центры с приглашением принять участие в опросе. Получены ответы из 100 центров 32 стран. В основном большинство центров (88%) вводят соли кальция во время операции в условиях ИК, причем в 71 (71%) центре из 100 соли кальция используются для улучшения гемодинамики. Среди 88 центров, которые применяют соли кальция во время операции, 66% (58/88) респондентов используют хлорид кальция, 22% (19/88) – глюконат кальция, 12% (11/88) – оба препарата. Большинство центров (55 (77%) из 71) используют дозы от 5 до 15 мг/кг в виде болюса либо в виде инфузии в течение 1 мин.

Вывод. Наш опрос показывает, что большинство кардиохирургических центров используют кальций у взрослых пациентов, перенесших операции на сердце, особенно во время отключения от ИК. Существует вариативность в отношении типа препарата, дозы и способа введения препарата.

Ключевые слова: отключение от искусственного кровообращения, аортокоронарное шунтирование, кальций, международный опрос

Для цитирования: Ломиворотов В. В., Исмоилов С. М., Бобошко В. А., Ландони Дж. Международный опрос о применении кальция при отключении от искусственного кровообращения // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 18, № 3. – С. 66-71. DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-66-71

International Survey on Calcium Use when Weaning from Cardiopulmonary Bypass

V. V. LOMIVOROTOV¹, S. M. ISMOILOV¹, V. A. BOBOSHKO¹, G. LANDONI²

¹E. N. Meshalkin Research Institute of Blood Circulation Pathology, Novosibirsk, Russia

²University of Vita-Salute San Raffaele, Milan, Italy

ABSTRACT

The objective: to evaluate the international practice of using calcium salts when weaning from cardiopulmonary bypass after cardiac surgery in adult patients.

Design: a multiple-choice survey about the current practice of calcium salts use when weaning from cardiopulmonary bypass based on the SurveyMonkey platform.

Participants: cardiac surgical hospitals around the world.

Estimation and main results. Totally 112 emails were sent to Russian and foreign centers inviting them to participate in the survey. 100 centers from 32 countries replied to this request. Generally, the majority of centers (88%) administer calcium salts during surgery with cardiopulmonary bypass, and in 71 (71%) centers out of 100, calcium salts are used to improve hemodynamics. Among 88 centers that use calcium salts during surgery, 66% (58/88) of respondents use calcium chloride, 22% (19/88) use calcium gluconate, and 12% (11/88) use both drugs. Most centers (55 (77%) out of 71) use doses of 5 to 15 mg/kg as a bolus or infusion for 1 min.

Conclusion: Our survey shows that the majority of cardiac surgery centers use calcium in adult cardiac surgery patients especially during weaning from cardiopulmonary bypass. There is variability in the type of drug, dose, and route of administration.

Key words: weaning from cardiopulmonary bypass, coronary artery bypass grafting, calcium, international survey

For citations: Lomivorotov V.V., Ismoilov S.M., Boboshko V.A., Landoni G. International survey on calcium use when weaning from cardiopulmonary bypass. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2021, Vol. 18, no. 3, P. 66-71. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2021-18-3-66-71

Для корреспонденции:

Ломиворотов Владимир Владимирович
E-mail: vvlom@mail.ru

Correspondence:

Vladimir V. Lomivorotov
Email: vvlom@mail.ru

Отключение от аппарата искусственного кровообращения (ИК) у пациентов, перенесших операцию на сердце, считается одним из самых критических моментов во время вмешательства. Быстрое восстановление нормальной сердечно-сосудистой функции необходимо для предотвращения послеоперационных осложнений. Данные свидетельствуют о том, что у 10–45% пациентов встречаются трудности при отключении от ИК [11, 12, 22]. Для

поддержания нормальной гемодинамики используют различные препараты, такие как катехоламины, ингибиторы фосфодиэстеразы-3, кальциевые сенситайзеры и соли кальция [3, 13, 14]. Хотя все эти препараты могут эффективно улучшить гемодинамику, серьезные побочные эффекты значительно ограничивают их применение [5].

Соли кальция часто используются для поддержания гемодинамики во время отключения от ИК.

Основанием для введения кальция в этой ситуации являются результаты нескольких небольших исследований, которые показали увеличение сердечного индекса, ударного объема и среднего артериального давления, когда этот препарат вводили сразу после отхождения от ИК [19, 21]. С другой стороны, риск системных побочных эффектов солей кальция, таких как феномен «каменного сердца», повреждение поджелудочной железы и ингибирование инотропного действия катехоламинов, остается в значительной степени недооцененным. К сожалению, нет никаких качественных доказательств относительно клинической эффективности и безопасности введения кальция у кардиохирургических больных. Проведенные исследования имеют значительные ограничения из-за небольшого размера выборки и оценки суррогатных конечных точек. Вопрос о том, следует ли назначать соли кальция во время отключения от ИК, обсуждается уже более 20 лет [6, 16]. Чтобы ознакомиться с международным опытом, мы провели международный опрос с целью выяснения рутинной практики по применению солей кальция у пациентов во время остановки ИК.

Методы

Авторы провели опрос для оценки международной практики использования солей кальция во время отключения от ИК у взрослых пациентов. Этот опрос был предварительно проверен на неоднозначность и применимость коллегами из учреждений авторов. Мы исследовали демографические данные (в том числе страну респондента, название и тип больницы, а также количество операций и количество мест в отделениях интенсивной терапии), показания, тип препарата, дозы и способ введения кальция и первой линии инотропного/вазопрессорного препарата, используемых для отлучения от ИК. Этот опрос проводился на веб-платформе SurveyMonkey (Пало-Альто, Калифорния) и был открыт для ответов с 20 марта по 20 июня 2019 г.

Письмо-приглашение с описанием цели и гиперссылкой на опрос разослано коллегам по всему миру по электронной почте. Если ответ не получен, через 2 нед. было отправлено второе письмо с напоминанием. Социальные сети не использовались для рекламы и распространения опроса.

Только один ответ, представляющий текущую практику, был разрешен от каждой больницы.

В связи с характером этого обследования категориальные данные проанализированы и представлены в виде процентов и абсолютных чисел. Одобрения этического комитета для проведения данного опроса не получали.

Результаты

Опрос был направлен 112 респондентам; 100 больниц из 32 стран ответили, причем наибольшее количество ответов ($n = 16$) получено из Сое-

диненных Штатов Америки (табл. 1). Из университетских/академических больниц было 83% (83/100) респондентов, из неакадемических – 17%. Количество кардиохирургических вмешательств у взрослых в условиях ИК варьировало от 50 до 5 500 в год, причем 48% (48/100) больниц проводят 500–1 000 операций. Количество коек в отделениях интенсивной терапии варьировалось от 4 до 80, причем у 45% (45/100) больниц было от 10 до 20 коек.

Подавляющее большинство центров в своей клинической практике (88/100 = 88%) вводят соли кальция во время операции.

Соли кальция используют для коррекции гипокальциемии в 78 (78%) из 100 больниц, для отлучения от ИК – в 71/100 (71%) больнице, после переливания компонентов крови – в 54/100 (54%) больницах и для оптимизации гемостаза – в 33/100 (33%)

Таблица 1. Число клиник, участвующих в опросе для каждой страны (всего 100 клиник из 32 стран)

Table 1. Number of clinics participating in the survey in each country (total 100 clinics from 32 countries)

Страны	Количество клиник
США	16
Российская Федерация	15
Италия	9
Германия	7
Малайзия	4
Австралия	3
Бразилия	3
Чехия	3
Египет	3
Польша	3
Южная Корея	3
Испания	3
Швейцария	3
Беларусь	2
Китай	2
Хорватия	2
Литва	2
Саудовская Аравия	2
Великобритания	2
Бахрейн	1
Бельгия	1
Канада	1
Дания	1
Франция	1
Венгрия	1
Казахстан	1
Нидерланды	1
Новая Зеландия	1
Португалия	1
Сербия	1
Узбекистан	1
Вьетнам	1

центрах. Только 3/100 (3%) центра рутинно не оценивали кальций во время операции.

Среди 88 центров, использующих соли кальция во время операции, 58/88 (66%) применяют хлорид кальция, 19/88 (22%) – глюконат кальция, 11/88 (12%) – оба препарата (табл. 2).

Среди 71 центра, где используют кальций для отлучения от ИК, 47/71 (66%) центров широко применяют (> 50% случаев) соли кальция при нормальном отлучении от ИК, 59/71 (83%) – используют соли кальция во время трудного отлучения от ИК.

Таблица 2. Типы солей кальция, используемых в больницах (среди 88 центров, которые используют соли кальция во время операции)

Table 2. Types of calcium salts used in hospitals (among 88 centers that use calcium salts during surgery)

Препараты	% используемых препаратов
Кальций хлорид	66
Кальций глюконат	22
Оба препарата	12

Доза кальция, используемого во время отлучения от ИК, колеблется от 5 до 15 мг/кг, в 25/71 (35%) центрах – от 5 до 10 мг/кг, в 30/71 (42%) центрах используют более 10–15 мг/кг, вводимых болюсом или медленным болюсом (39/71 = 55% и 32/71 = 45% соответственно) (табл. 3).

Таблица 3. Общая доза (мг/кг) кальция, используемого при отлучении от ИК

Table 3. Total doses (mg/kg) of calcium used in weaning from cardiopulmonary bypass

Доза кальция (мг/кг)	% препарата, используемого в клиниках
< 5	13
5–10	35
> 10–15	42
> 15	8
Другие дозы	2

Норадреналин является наиболее широко используемым препаратом первой линии (используется как вазоинотропный препарат 32 (32%) центрами из 100 для поддержки гемодинамики во время отлучения от ИК, а кальций является следующим препаратом после норадреналина (используется 23 (23%) центрами из 100) (табл. 4).

Обсуждение

Международный опрос показал, что даже без поддержки доказательной медицины соли кальция широко назначаются взрослым пациентам, перенесшим кардиохирургическое вмешательство в условиях ИК. Большинство центров (78/100 = 78% респондентов) используют соли кальция для коррекции гипокальциемии и улучшения гемодинамики (71/100 = 71% респондеров) во время нор-

Таблица 4. Препараты первой линии с инотропными и вазопрессорными свойствами, используемые для поддержки гемодинамики при прекращении ИК

Table 4. First line drugs with inotropic and vasopressing properties used to support hemodynamics upon weaning from cardiopulmonary bypass

Инотропные препараты	% препарата, используемого в клиниках
Норадреналин	32
Кальций	23
Адреналин	21
Добутамин	15
Допамин	5
Мезатон	2
Ингибиторы фосфодиэстеразы	1
Левосимендан	1

мального (47/71 = 66% респондеров) или трудного (59/71, 83%) отлучения от ИК в качестве препарата второй линии (23/100 = 23% респондеров).

Ежедневная практика и немногочисленные исследования подтверждают, что введение солей кальция кратковременно улучшает сердечный индекс и артериальное давление у пациентов, перенесших кардиохирургические операции. Даже если нет данных о влиянии кальция на клинически значимые результаты, кардиоанестезиологи признают, что эти препараты могут улучшить гемодинамику после ИК. Результаты текущего опроса также продемонстрировали, что большинство центров используют в пределах от 5 до 15 мг/кг солей кальция для более плавного отлучения от ИК.

N. Shapira et al. показали, что введение болюса 10 мг/кг или сочетание 10 мг/кг болюса и непрерывной инфузии (1,5 мг/(кг · мин-1) в течение 10 мин) хлорида кальция сразу после отлучения от ИК вызывали кратковременное увеличение сердечного индекса, ударного объема, а также систолического и диастолического артериального давления [19]. M. K. Urban et al. также показали, что введение 10 мг/кг хлорида кальция после прекращения ИК вызывало кратковременное увеличение сердечного выброса и фракции выброса правого желудочка [21]. Однако другие исследования не смогли подтвердить предполагаемый положительный гемодинамический эффект этих препаратов [1, 9].

Кальций играет ключевую роль в сокращении кардиомиоцитов. В связи с этим предполагается, что гипокальциемия, которая часто возникает во время ИК, может быть связана с трудным отлучением от ИК. Однако этот вывод справедлив только для тяжелой гипокальциемии с уровнями ионизированного кальция менее 0,75 ммоль/л, что редко встречается у большинства кардиохирургических пациентов. Более того, в нескольких исследованиях, проведенных на критически больных пациентах, не обнаружено значительной связи между гипокальциемией и смертностью или другими соответствующими клиническими исходами [7, 20]. В кардиохи-

рургии связь между гипокальциемией и клинически значимыми исходами или смертностью никогда не изучалась. Следует отметить, что у кардиохирургических и критически больных пациентов реакция паратиреоидного гормона на низкие концентрации кальция помогает нормализовать уровень этого электролита в плазме [4, 10, 17].

Соли кальция не лишены потенциальных побочных эффектов, которые включают нарушение реакции на бета-адреномиметики, повреждение поджелудочной железы, спазм трансплантата – внутренней грудной артерии и феномен «каменного сердца».

Нарушение реакции на бета-адреномиметики объясняется использованием кальция во время отхождения от ИК [23]. G. P. Zaloga et al. продемонстрировали, что болюс 10 мг/кг хлористого кальция с последующей инфузией $2 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ приводил к притуплению эффекта адреналина на артериальное давление и сердечный индекс [23]. J. Butterworth et al. также показали, что инфузия $1 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ хлорида кальция в течение 20 мин (примерно 1 600 мг для среднестатистического взрослого человека) значительно ингибировала кардиотоническое действие бета-адренергического агониста – адреналина [2]. Напротив, в рандомизированном слепом плацебо-контролируемом исследовании R. L. Royster и его коллеги изучали влияние введения низких доз хлорида кальция (5 мг/кг) на гемодинамику и на реакцию на инфузию адреналина после отхождения от ИК [18]. Они обнаружили, что кальций не увеличивает и не ингибирует гемодинамический ответ на адреналин.

К сожалению, все вышеупомянутые исследования имеют значительные ограничения. Большинство из этих исследований проведены более 25 лет назад, имели небольшой размер выборки и не были в состоянии оценить клинически значимые результаты. Таким образом, учитывая недостаток данных, указывающих на полезные гемодинамические эффекты солей кальция, а также на возможные неблагоприятные эффекты, их влияние во время отлучения ИК остается неопределенным. Соответственно, на основании имеющихся данных использование солей кальция для легкого отхождения от ИК представляется неоправданным. Несмотря на это, наш опрос показал, что кальций часто вводится анестезиологами во всем мире во время кардиохирургических операций, даже если отлучение от ИК не представляет трудностей.

Повреждение поджелудочной железы является частым явлением у пациентов, перенесших хирургическое вмешательство в условиях ИК, и встречается у 69% пациентов [15]. Послеоперационное повреждение поджелудочной железы, определяемое как гипермилазамия, наблюдалось у пациентов,

которые получали более 800 мг/м² (приблизительно 18 мг/кг для среднестатистического человека) кальция.

Существуют некоторые свидетельства того, что кальций может нарушать функции шунта – внутренней грудной артерии. Таким образом, нельзя игнорировать влияние высокой дозы кальция (15 мг/кг) на шунт внутренней грудной артерии у пациентов после аортокоронарного шунтирования [8], хотя качество этих результатов низкое.

Следует отметить, что 12% (12/100) респондентов этого опроса вообще не используют соли кальция во время операции.

Кроме того, нет согласованности в отношении типа используемых солей кальция: хлорида кальция или глюконата кальция, а также продолжительности введения (болюс против медленного введения). В то время как большинство респондентов 58/88 (66%) используют для этой цели хлорид кальция, в 19/88 (22%) центров применяют глюконат кальция.

Мы признаем несколько ограничений текущего опроса. Несмотря на очень высокий уровень откликов, равный 89%, только один или два ответа были получены от большинства стран. Таким образом, на результаты опроса могла повлиять ошибка выборки. Заполнение опроса одним представителем от каждого отдела может не отражать рутинную практику отдела. Кроме того, мы не спрашивали о причинах отказа от введения кальция во время операции (у 12% респондентов). Мы не собирали данные о том, как растворяли хлорид кальция или глюконат кальция перед введением в разных центрах.

Выводы

Результаты этого исследования показали, что соли кальция широко используют у взрослых пациентов для поддержки гемодинамики во время отлучения от ИК. Тем не менее нет общепринятой практики относительно типа препарата, оптимальной дозы и способа введения препарата, особенно во время отлучения от ИК. К сожалению, нет никаких качественных доказательств безопасности и клинической эффективности солей кальция у пациентов, перенесших кардиохирургические операции. В настоящее время ведется большое многоцентровое рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование (исследование ICARUS), целью которого является ответ на вопрос, полезен ли хлорид кальция при отлучении от ИК (NCT03772990). Учитывая результаты нашего исследования и неопределенность в отношении положительного эффекта солей кальция, результаты этого исследования будут представлять большой интерес для кардиоанестезиологов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

- Auffant R. A., Downs J. B., Amick R. Ionized calcium concentration and cardiovascular function after cardiopulmonary bypass // *Arch. Surg.* – 1981. – Vol. 116. – P. 1072–1076. doi: 10.1001/archsurg.1981.01380200068014.
- Butterworth J. F., Zaloga G. P., Prielipp R. C. et al. Calcium inhibits the cardiac stimulating properties of dobutamine but not of amrinone // *Chest.* – 1992. – Vol. 101. – P. 174–180. doi: 10.1378/chest.101.1.174.
- Belletti A., Castro M. L., Silveti S. et al. The effect of inotropes and vasopressors on mortality: a meta-analysis of randomized clinical trials // *Br. J. Anaesth.* – 2015. – Vol. 115. – P. 656–675. doi: 10.1093/bja/aev284.
- Carlstedt F., Lind K., Joachimsson P. O. et al. Circulating ionized calcium and parathyroid hormone levels following coronary artery bypass surgery // *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* – 1999. – Vol. 59. – P. 47–53. doi: 10.1080/00365519950185995.
- Dünser M. W., Hasibeder W. R. Sympathetic overstimulation during critical illness: adverse effects of adrenergic stress // *J. Intens. Care Med.* – 2009. – Vol. 24. – P. 293–316. doi: 10.1177/0885066609340519.
- Di Nardo J.A. Pro: calcium is routinely indicated during separation from cardiopulmonary bypass // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* – 1997. – Vol. 11. – P. 905–907. doi: 10.1016/s1053-0770(97)90132-4.
- Hästbacka J., Pettilä V. Prevalence and predictive value of ionized hypocalcemia among critically ill patients // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 2003. – Vol. 47. – P. 1264–1269. doi: 10.1046/j.1399-6576.2003.00236.x.
- Janelle G. M., Urdaneta F., Martin T. D. et al. Effects of calcium chloride on grafted internal mammary artery flow after cardiopulmonary bypass // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* – 2000. – Vol. 14. – P. 4–8. doi: 10.1016/s1053-0770(00)90046-6.
- Johnston W. E., Robertie P. G., Butterworth J. F. et al. Is calcium or ephedrine superior to placebo for emergence from cardiopulmonary bypass? // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* – 1992. – Vol. 6. – P. 528–534. doi: 10.1016/1053-0770(92)90094-n.
- Lind L., Carlstedt F., Rastad J. et al. Hypocalcemia and parathyroid hormone secretion in critically ill patients // *Crit. Care Med.* – 2000. – Vol. 28. – P. 93–99. doi: 10.1097/00003246-200001000-00015.
- Licker M., Diaper J., Cartier V. et al. Clinical Review: Management of weaning from cardiopulmonary bypass after cardiac surgery // *Ann. Card. Anaesth.* – 2012. – Vol. 15. – P. 206–223. doi: 10.4103/0971-9784.97977.
- Leone M., Vallet B., Teboul J. L. et al. Survey of the use of catecholamines by French physicians // *Intens. Care Med.* – 2004. – Vol. 30. – P. 984–988. doi: 10.1007/s00134-004-2172-1.
- Landoni G., Lomivorotov V. V., Alvaro G. et al. Levosimendan for hemodynamic support after cardiac surgery // *N. Engl. J. Med.* – 2017. – Vol. 376. – P. 2021–2031. doi: 10.1056/NEJMoa1616325.
- Landoni G., Lomivorotov V., Silveti S. et al. Nonsurgical strategies to reduce mortality in patients undergoing cardiac surgery: an updated consensus process // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* – 2018. – Vol. 32. – P. 225–235. doi: 10.1053/j.jvca.2017.06.017
- Nys M., Venneman I., Deby-Dupont G. et al. Pancreatic cellular injury after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: Frequency, time course and risk factors // *Shock.* – 2007. – Vol. 27. – P. 474–481. doi: 10.1097/shk.0b013e31802b65f8.
- Prielipp R., Butterworth J. Con: calcium is not routinely indicated during separation from cardiopulmonary bypass // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* – 1997. – Vol. 11. – P. 908–912. doi: 10.1016/s1053-0770(97)90133-6.
- Robertie P. G., Butterworth J. F. 4th, Prielipp R. C. et al. Parathyroid hormone responses to marked hypocalcemia in infants and young children undergoing repair of congenital heart disease // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1992. – Vol. 20. – P. 672–677. doi: 10.1016/0735-1097(92)90023-g.
- Royster R. L., Butterworth J. F., Prielipp R. C. et al. A randomized, blinded, placebo-controlled evaluation of calcium chloride and epinephrine for inotropic support after emergence from cardiopulmonary bypass // *Anesth. Analg.* – 1992. – Vol. 74. – P. 3–13. doi: 10.1213/00000539-199201000-00003.
- Shapira N., Schaff H. V., White R. D. et al. Hemodynamic effects of calcium chloride injection following cardiopulmonary bypass: Response to bolus injection and continuous infusion // *Ann. Thorac. Surg.* – 1984. – Vol. 37. – P. 133–140. doi: 10.1016/s0003-4975(10)60300-1.
- Steele T., Kolamunnage-Dona R., Downey C. et al. Assessment and clinical course of hypocalcemia in critical illness // *Crit. Care.* – 2013. – Vol. 17. – R106. doi: 10.1186/cc12756.
- Urban M. K., Hines R. The effect of calcium on pulmonary vascular resistance and right ventricular function // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 1992. – Vol. 104. – P. 327–332.
- Auffant R.A., Downs J.B., Amick R. Ionized calcium concentration and cardiovascular function after cardiopulmonary bypass. *Arch. Surg.*, 1981, vol. 116, pp. 1072–1076. doi: 10.1001/archsurg.1981.01380200068014.
- Butterworth J.F., Zaloga G.P., Prielipp R.C. et al. Calcium inhibits the cardiac stimulating properties of dobutamine but not of amrinone. *Chest*, 1992, vol. 101, pp. 174–180. doi: 10.1378/chest.101.1.174.
- Belletti A., Castro M.L., Silveti S. et al. The effect of inotropes and vasopressors on mortality: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Br. J. Anaesth.*, 2015, vol. 115, pp. 656–675. doi: 10.1093/bja/aev284.
- Carlstedt F., Lind K., Joachimsson P.O. et al. Circulating ionized calcium and parathyroid hormone levels following coronary artery bypass surgery. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 1999, vol. 59, pp. 47–53. doi: 10.1080/00365519950185995.
- Dünser M.W., Hasibeder W.R. Sympathetic overstimulation during critical illness: adverse effects of adrenergic stress. *J. Intens. Care Med.*, 2009, vol. 24, pp. 293–316. doi: 10.1177/0885066609340519.
- Di Nardo J.A. Pro: calcium is routinely indicated during separation from cardiopulmonary bypass. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 1997, vol. 11, pp. 905–907. doi: 10.1016/s1053-0770(97)90132-4.
- Hästbacka J., Pettilä V. Prevalence and predictive value of ionized hypocalcemia among critically ill patients. *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2003, vol. 47, pp. 1264–1269. doi: 10.1046/j.1399-6576.2003.00236.x.
- Janelle G.M., Urdaneta F., Martin T.D. et al. Effects of calcium chloride on grafted internal mammary artery flow after cardiopulmonary bypass. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 2000, vol. 14, pp. 4–8. doi: 10.1016/s1053-0770(00)90046-6.
- Johnston W.E., Robertie P.G., Butterworth J.F. et al. Is calcium or ephedrine superior to placebo for emergence from cardiopulmonary bypass? *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 1992, vol. 6, pp. 528–534. doi: 10.1016/1053-0770(92)90094-n.
- Lind L., Carlstedt F., Rastad J. et al. Hypocalcemia and parathyroid hormone secretion in critically ill patients. *Crit. Care Med.*, 2000, vol. 28, pp. 93–99. doi: 10.1097/00003246-200001000-00015.
- Licker M., Diaper J., Cartier V. et al. Clinical Review: Management of weaning from cardiopulmonary bypass after cardiac surgery. *Ann. Card. Anaesth.*, 2012, vol. 15, pp. 206–223. doi: 10.4103/0971-9784.97977.
- Leone M., Vallet B., Teboul J.L. et al. Survey of the use of catecholamines by French physicians. *Intens. Care Med.*, 2004, vol. 30, pp. 984–988. doi: 10.1007/s00134-004-2172-1.
- Landoni G., Lomivorotov V.V., Alvaro G. et al. Levosimendan for hemodynamic support after cardiac surgery. *N. Engl. J. Med.*, 2017, vol. 376, pp. 2021–2031. doi: 10.1056/NEJMoa1616325.
- Landoni G., Lomivorotov V., Silveti S. et al. Nonsurgical strategies to reduce mortality in patients undergoing cardiac surgery: an updated consensus process. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 2018, vol. 32, pp. 225–235. doi: 10.1053/j.jvca.2017.06.017
- Nys M., Venneman I., Deby-Dupont G. et al. Pancreatic cellular injury after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: Frequency, time course and risk factors. *Shock*, 2007, vol. 27, pp. 474–481. doi: 10.1097/shk.0b013e31802b65f8.
- Prielipp R., Butterworth J. Con: calcium is not routinely indicated during separation from cardiopulmonary bypass. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 1997, vol. 11, pp. 908–912. doi: 10.1016/s1053-0770(97)90133-6.
- Robertie P.G., Butterworth J.F. 4th, Prielipp R.C. et al. Parathyroid hormone responses to marked hypocalcemia in infants and young children undergoing repair of congenital heart disease. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1992, vol. 20, pp. 672–677. doi: 10.1016/0735-1097(92)90023-g.
- Royster R.L., Butterworth J.F., Prielipp R.C. et al. A randomized, blinded, placebo-controlled evaluation of calcium chloride and epinephrine for inotropic support after emergence from cardiopulmonary bypass. *Anesth. Analg.*, 1992, vol. 74, pp. 3–13. doi: 10.1213/00000539-199201000-00003.
- Shapira N., Schaff H.V., White R.D. et al. Hemodynamic effects of calcium chloride injection following cardiopulmonary bypass: Response to bolus injection and continuous infusion. *Ann. Thorac. Surg.*, 1984, vol. 37, pp. 133–140. doi: 10.1016/s0003-4975(10)60300-1.
- Steele T., Kolamunnage-Dona R., Downey C. et al. Assessment and clinical course of hypocalcemia in critical illness. *Crit. Care*, 2013, vol. 17, R106. doi: 10.1186/cc12756.
- Urban M.K., Hines R. The effect of calcium on pulmonary vascular resistance and right ventricular function. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 1992, vol. 104, pp. 327–332.

22. Williams J. B., Hernandez A. F., Li S. et al. Postoperative inotrope and vasopressor use following CABG: Outcome data from the CAPS-care study // *J. Card. Surg.* – 2011. – Vol. 26. – P. 572-578. doi: 10.1111/j.1540-8191.2011.01301.x.
23. Zaloga G. P., Strickland R. A., Butterworth J. F. et al. Calcium attenuates epinephrine's betaadrenergic effects in postoperative heart surgery patients // *Circulation.* – 1990. – Vol. 81. – P. 196-200. doi: 10.1161/01.cir.81.1.196.
22. Williams J.B., Hernandez A.F., Li S. et al. Postoperative inotrope and vasopressor use following CABG: Outcome data from the CAPS-care study. *J. Card. Surg.*, 2011, vol. 26, pp. 572-578. doi: 10.1111/j.1540-8191.2011.01301.x.
23. Zaloga G.P., Strickland R.A., Butterworth J.F. et al. Calcium attenuates epinephrine's betaadrenergic effects in postoperative heart surgery patients. *Circulation*, 1990, vol. 81, pp. 196-200. doi: 10.1161/01.cir.81.1.196.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. акад. Е. Н. Мешалкина»,
630055, г. Новосибирск, ул. Режуневская, д. 15.
Тел.: + 7 (383) 347-60-66, +7 (383) 347-60-99.
E-mail: mail@meshalkin.ru

Ломиворотов Владимир Владимирович
член-корреспондент РАН,
доктор медицинских наук, профессор,
руководитель центра анестезиологии-реаниматологии.
E-mail: vvlom@mail.ru

Исмоилов Самандар Муратович
врач – анестезиолог-реаниматолог.
E-mail: s_ismoilov@meshalkin.ru

Бобошко Владимир Александрович
врач – анестезиолог-реаниматолог,
заведующий отделением анестезиологии-реанимации.
E-mail: v_boboshko@meshalkin.ru

Джованни Ландони
Научно-исследовательский клинический институт
Сан Рафаэль и Университет Вита Салюте Сан Рафаэль,
доктор медицины, научный руководитель отделения
анестезиологии и реаниматологии.
Милан, Италия.
E-mail: landoni.giovanni@univr.it

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

E.N. Meshalkin Research Institute of Blood Circulation
Pathology
15, Rezhunovskaya St., Novosibirsk, 630055.
Phone: + 7 (383) 347-60-66, +7 (383) 347-60-99.
Email: mail@meshalkin.ru

Vladimir V. Lomivorotov
Correspondent Member of RAS,
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of Anesthesiology and Intensive Care Center.
Email: vvlom@mail.ru

Samandar M. Ismoilov
Anesthesiologist and Emergency Physician.
Email: s_ismoilov@meshalkin.ru

Vladimir A. Boboshko
Anesthesiologist and Emergency Physician,
Head of Anesthesiology and Intensive Care Department.
Email: v_boboshko@meshalkin.ru

Giovanni Landoni
MD, Associate Professor at University
of Vita-Salute San Raffaele, Milan,
Head of Research of the Department of Anesthesiology
and Intensive Care of San Raffaele Scientific Institute.
Milan, Italy
Email: landoni.giovanni@univr.it