

# НЕПРЕРЫВНЫЙ МОНИТОРИНГ ЛАКТАТА И ГЛЮКОЗЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПРИОБРЕТЁННЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА И ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

П. И. Ленькин<sup>1</sup>, А. А. Смёткин<sup>1</sup>, А. Хуссейн<sup>1</sup>, А. И. Ленькин<sup>2</sup>, К. В. Паромов<sup>2</sup>, А. А. Ушаков<sup>1</sup>, М. А. Крыгина<sup>1</sup>, М. Ю. Киров<sup>1</sup>

## CONTINUOUS MONITORING OF LACTATE AND GLUCOSE DURING THE INTEGRAL SURGICAL MANAGEMENT OF ACQUIRED COMBINED HEART VALVULAR DISEASES AND ISCHEMIC HEART DISEASE

P. I. Len'kin<sup>1</sup>, A. A. Smyotkin<sup>1</sup>, A. Khusseyn<sup>1</sup>, A. I. Len'kin<sup>2</sup>, K. V. Paromov<sup>2</sup>, A. A. Ushakov<sup>1</sup>, M. A. Krygina<sup>1</sup>, M. Yu. Kirov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

<sup>2</sup>ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е. Е. Волосевич», г. Архангельск

<sup>1</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk, RF

<sup>2</sup>E. E. Volosevich First Municipal Clinical Hospital, Arkhangelsk, RF

У 20 пациентов, прооперированных по поводу комбинированных приобретенных пороков клапанов сердца и ишемической болезни сердца, осуществляли непрерывный мониторинг лактата и глюкозы венозной крови с использованием системы для внутрисосудистого микродиализа Eirus. Концентрации лактата и глюкозы, определенные с помощью технологии микродиализа, коррелировали с показателями артериальной крови ( $\rho = 0,917, p < 0,0001$  для лактата и  $\rho = 0,693, p < 0,0001$  для глюкозы соответственно). Согласно результатам анализа Бланда – Альтмана, средняя разность между показателями, измеренными с помощью системы Eirus, и в газах артериальной крови составила  $0,09 \pm 1,1$  ммоль/л для лактата и  $-0,1 \pm 4,65$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ) для глюкозы соответственно. Таким образом, технология внутрисосудистого микродиализа позволяет с приемлемой точностью непрерывно мониторировать концентрации лактата и глюкозы в центральной вене при комплексных кардиохирургических вмешательствах высокого риска и своевременно диагностировать изменения этих показателей в периоперационном периоде.

**Ключевые слова:** лактат, микродиализ, кардиохирургия, мониторинг.

Lactate and glucose of the venous blood were continuously monitored using the Eirus system for intravascular microdialysis with 20 patients operated for complex non-heritable valvular heart disease and ischemic heart disease. The lactate and glucose concentrations, measured by microdialysis techniques, were correlated to the values of arterial blood ( $\rho = 0.917, p < 0.0001$  for lactate and  $\rho = 0.693, p < 0.0001$  for glucose, respectively). According to the Bland-Altman test results the mean difference between the values measured with Eirus system and that in arterial blood gases made  $0.09 \pm 1.1$  mmol/L for lactate and  $-0.1 \pm 4.65$  mmol/L ( $M \pm 1.96 SD$ ) for glucose, correspondingly. Thus, the technique of intravascular microdialysis allows with acceptable accuracy continuous monitoring of lactate and glucose concentrations in median vein under combined high-risk cardiac surgery and timely diagnostics of the values variation in the perioperative period.

**Key words:** lactate, microdialysis, cardio-surgery, monitoring.

Известно, что сочетанные операции по коррекции дисфункции клапанного аппарата и ишемической болезни сердца (ИБС) представляют собой кардиохирургические вмешательства высокого риска [19, 33, 48]. Прямые и косвенные результаты таких операций зависят от целого ряда факторов, включающих возраст пациентов, их функциональный статус, тяжесть течения ИБС и предоперационной

сердечной недостаточности, степень ремоделирования миокарда [41, 49]. Кроме того, на исход операции влияют анатомические и технические особенности, определяющие объем и продолжительность хирургического вмешательства, длительность искусственного кровообращения (ИК) и ишемии миокарда (ИМ).

Комбинированные кардиохирургические операции требуют проведения ИК, которое, в свою

очередь, приводит к развитию системного воспалительного ответа и синдрома ишемии-реперфузии [5, 8, 20, 22, 52]. Нейтрофильная секвестрация в жизненно важных органах, возникающая в ответ на высвобождение активных форм кислорода и медиаторов воспаления, ведёт к усилению операционного стресса, гипоперфузии тканей и синдрому полиорганической недостаточности, способствуя развитию послеоперационных осложнений и неблагоприятных исходов [6, 9, 25, 37].

Существуют различные методы, позволяющие своевременно диагностировать и уменьшить системную воспалительную реакцию и повреждение органов, опосредованные хирургической травмой и ИК. К этим методам относят комплексный мониторинг гемодинамики и метаболизма с последующей целенаправленной терапией. Результаты ряда недавних исследований четко продемонстрировали положительные результаты такого подхода в кардиохирургии [1–4, 16, 17, 26, 27, 30–32, 45, 46].

С недавних пор в клинической практике начали использовать технологию непрерывного измерения концентрации лактата и глюкозы венозной крови – систему внутрисосудистого микродиализа Eiris [43]. Эта технология может предоставить дополнительную информацию о метаболизме и перфузии тканей, что облегчает принятие своевременного решения по изменению лечебной тактики [7]. Так, постоянное измерение уровня лактата и глюкозы может быть ценным дополнением к мониторингу гемодинамики и газов крови, позволяющим проводить целенаправленную коррекцию инфузционной терапии и инотропной/вазопрессорной поддержки для достижения адекватного баланса между доставкой и потреблением кислорода [7].

Непрерывный мониторинг концентрации лактата и глюкозы был использован в нескольких пилотных клинических исследованиях, в том числе у кардиохирургических больных при изолированном аортокоронарном шунтировании, а также при коррекции аортальных пороков сердца с непродолжительным ИК [43]. Тем не менее роль этого показателя у кардиохирургических пациентов высокого риска остаётся неясной. В связи с этим цели исследования – оценка динамики лактата и глюкозы венозной крови с помощью системы микродиализа при комплексной хирургической коррекции приобретённых комбинированных пороков сердца и ИБС и сравнение этих показателей с концентрацией лактата и глюкозы в газовом составе артериальной крови.

## Материалы и методы

Исследование проведено на базе Первой городской клинической больницы им. Е. Е. Волосевич и кафедры анестезиологии и реаниматологии Северного государственного медицинского университета (СГМУ) г. Архангельска и одобрено

этническим комитетом СГМУ. В проспективном порядке обследован 21 взрослый пациент (11 мужчин и 10 женщин), всем в плановом порядке предстояло оперативное вмешательство по поводу комбинированных приобретённых пороков клапанов сердца и ИБС. Один пациент исключён в связи с техническими проблемами с сенсором для микродиализа. Для дальнейшего анализа все пациенты были разделены на две группы: больные с осложнениями раннего послеоперационного периода ( $n = 11$ ) и больные без осложнений ( $n = 9$ ). В предоперационном периоде обследование больных осуществляли согласно протоколу, включавшему рентгенографию органов грудной клетки, электрокардиографию, эхокардиографию и коронарографию, общий и биохимический анализ крови, коагулограмму. Тяжесть исходной сердечной недостаточности оценивали на основании функционального класса NYHA. Оценку риска предстоящего хирургического вмешательства выполняли при помощи шкалы EuroScore II. Критериями исключения из исследования служили: отсутствие информированного согласия, возраст младше 18 лет, морбидное ожирение (индекс массы тела  $> 40$ ), участие пациента в любом другом клиническом исследовании.

Перед операцией всем больным была назначена стандартная схема премедикации: бензодиазепины (феназепам 1–2 мг), барбитураты (фенобарбитал 100 мг), блокаторы протонной помпы (омепразол 20 мг). В день вмешательства в операционной у всех пациентов перед анестезией осуществляли преоксигенацию 80%  $O_2$  в течение 3–5 мин. Индукцию в анестезию проводили пропофолом (1,0–2,0 мг/кг) и фентанилом (2,5–3,0 мкг/кг). Миорелаксацию перед интубацией трахеи осуществляли пипекурина бромидом (0,1 мг/кг). Всем пациентам устанавливали катетер 20 G (Arteriofix, B|Braun, Germany) в лучевую артерию для инвазивного мониторинга гемодинамики.

После индукции в анестезию в правую яремную вену устанавливали трёхпросветный катетер (Eiris TLC, Maquet Critical Care, Швеция) для постоянного периоперационного мониторинга уровня глюкозы и лактата с использованием системы внутрисосудистого микродиализа Eiris (Maquet Critical Care, Швеция). К одному из портов для микродиализа подсоединяли датчик, представляющий собой электрохимический биосенсор, содержащий электроды для измерения концентраций глюкозы и лактата. Датчик снабжён контейнером для отходов, куда после выполнения анализа поступает жидкость для перфузии. В контейнере для отходов имеется антибактериальный суперпоглотитель жидкости для перфузии вместимостью 30 мл, что соответствует примерно 4 дням использования. Датчик подсоединяли к считывателю данных с датчика. Считыватель данных с датчика, подключённый с помощью кабеля к монитору, преобразует анало-

говые сигналы, поступающие с датчика, в цифровой сигнал, который подаётся на монитор. Ко второму порту подсоединяли шприц с 0,9% раствором NaCl. При поступлении в катетер раствора NaCl более мелкие молекулы, такие как молекулы глюкозы и лактата, через мембрану проникают в него из крови пациента до достижения одинаковой концентрации в растворе NaCl и в крови. Раствор изотонического электролита поступает к датчику, где непрерывно измеряются уровни глюкозы и лактата. Значения глюкозы и лактата, отображаемые на мониторе, указывают на то, какой была их концентрация в крови примерно 5 мин назад. Данная система нуждается в периодической (1 раз в 8 ч) калибровке по уровню глюкозы на основании лабораторной оценки этого показателя, при этом калибровки по уровню лактата в новой версии монитора, используемой в данном исследовании, не требуется. Кроме того, катетер Eirus TLC использовали как для введения препаратов, так и для забора образцов крови.

Флотационным катетером Свана – Ганца (Corodyn, B|Vaup), проведённым через отдельный интродюсер в правой подключичной вене, катетеризировали лёгочную артерию. Респираторную поддержку в операционной осуществляли в режиме вентиляции, контролируемой по объёму, со следующими параметрами: дыхательный объём – 6–8 мл/кг предсказанной массы тела, поток – 1 л/мин, ПДКВ – 5 см H<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub> – 50% или выше для достижения SpO<sub>2</sub> > 94%. Частота дыханий была скорректирована для поддержания уровня EtCO<sub>2</sub> в пределах 30–35 мм рт. ст. Анестезию поддерживали севофлураном (0,5–3,0 об. %) и фентанилом (2–4 мкг · кг<sup>-1</sup> · ч<sup>-1</sup>). Глубину анестезии мониторировали с помощью BIS-мониторинга, показатель BIS поддерживали в пределах 40–60 баллов.

У всех пациентов осуществляли оценку частоты сердечных сокращений, инвазивного артериального давления (АД), центрального венозного давления, сердечного индекса (СИ), индекса системного сосудистого сопротивления, давления в лёгочной артерии с помощью монитора LifeScope (Nihon Kohden, Япония), церебральной оксигенации (церебральный оксиметр ForeSight, CASMED, США), механики дыхания (Dräger Primus, Германия). Эти параметры и газовый состав артериальной, смешанной венозной крови, гемоглобин, уровень лактата и глюкозы (ABL800 FLEX; Radiometer Medical, Дания) были оценены после индукции в анестезию и в конце операции. В течение ИК каждые 30 мин проводили оценку газового состава артериальной и смешанной венозной крови, уровня лактата и глюкозы. Термодилатционное измерение СИ выполняли посредством трёхкратного болясного введения 10 мл раствора 0,9% NaCl комнатной температуры (20°C) в центральный венозный порт катетера Свана – Ганца. Интраоперационную инфузционную терапию осуществля-

ли растворами кристаллоидов (Sterofundin ISO и G5, B|Vauп) со скоростью 6 мл кг<sup>-1</sup> · ч<sup>-1</sup>. В случае декомпенсированного метаболического ацидоза (pH < 7,15) использовали раствор NaHCO<sub>3</sub> 5%. Гипергликемию > 10 ммоль/л корrigировали подкожным или внутривенным введением инсулина для поддержания уровня глюкозы крови в пределах 4–10 ммоль/л. Температуру тела в течение ИК поддерживали на уровне 36,6°C. ИК проводили с помощью аппарата Jostra HL 20 (Maaquet, Швеция) в стандартном непульсирующем режиме с экстракорпоральным контуром между полыми венами и восходящим отделом аорты. Остановку сердечной деятельности и защиту миокарда осуществляли холодным (4–6°C) кардиоплегическим раствором (Custodiol, Dr Franz Köhler Chemie GmbH, Германия), который доставлялся антеградно в объёме 30 мл/кг. Среднее АД во время перфузии поддерживали на уровне 50–70 мм рт. ст. Для контроля гипертензии использовали внутривенную инфузию нитроглицерина 0,5–1,0 мкг · кг<sup>-1</sup> · мин<sup>-1</sup>. В случае артериальной гипотензии во время ИК осуществляли болясное внутривенное введение фенилэфрина в дозе 0,015 мг/кг. Восстановление спонтанной сердечной деятельности происходило спонтанно в течение 20–40 мин после снятия зажима с аорты либо с использованием электрокардиостимуляции. В случае снижения СИ < 2,0 л · мин<sup>-1</sup> · м<sup>-2</sup> и среднего АД < 60 мм рт. ст. более 2 мин использовали центральную инотропную (адреналин) и/или вазопрессорную (норадреналин) поддержку.

После операции все пациенты были переведены в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). В послеоперационном периоде продолжали мониторинг гемодинамики и метаболических нарушений (LifeScope, Nihon Kohden, Япония и Eirus, Maaquet, Швеция), а также мониторинг вентиляции (Hamilton G5, Hamilton Medical, Швейцария). Оценку гемодинамических и респираторных изменений, показателей газового состава смешанной венозной крови осуществляли через 15 мин после перевода в ОРИТ, а также через 4, 8, 12, 16, 20 и 24 ч после операции. Метаболические показатели и газовый состав артериальной крови оценивали спустя 15 мин после перевода и через 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 и 24 ч. Концентрации лактата и глюкозы, измеряемые с использованием системы микродиализа, сравнивали с показателями артериальной крови.

После появления спонтанного дыхания пациентов переводили на режим поддержки давлением с дыхательным объёмом на уровне 6–8 мл/кг. Экстубацию трахеи осуществляли после выполнения теста на спонтанное дыхание в течение 30 мин. Критериями для прекращения респираторной поддержки служили: наличие у пациента сознания, адекватного мышечного тонуса; SpO<sub>2</sub> > 95% при FiO<sub>2</sub> = 0,5; PaCO<sub>2</sub> < 45 мм рт. ст.; объём отделяемого по дrena-

жам менее 50 мл/кг; стабильные показатели гемодинамики без значимой инотропной/вазопрессорной поддержки (дозы адреналина и/или норадреналина < 0,1 мкг кг<sup>-1</sup>·мин<sup>-1</sup>); температура тела > 35°C. Всем пациентам проводили стандартную схему антибиотикопрофилактики и антикоагулянтной терапии в течение 24 ч.

У всех пациентов осуществляли оценку по шкале SOFA через 24 ч после операции, определяли длительность искусственной вентиляции лёгких, продолжительность пребывания в ОРИТ и госпитализации, а также анализировали послеоперационные осложнения.

Все данные были оценены в проспективном порядке с использованием индивидуальной регистрационной формы. Статистический анализ проведён при помощи пакета программ SPSS 17.0. Характер распределения количественных данных оценивали с применением критерия Шапиро – Уилка. Непараметрические данные представлены как медиана и соответствующий интервал между 25%-ным и 75%-ным перцентилями. При нормальном распределении результаты представлены с помощью средних величин (M) и стандартного отклонения (SD). Для межгрупповых сравнений использован U-критерий Манна – Уитни, для внутригрупповых – критерий Уилкоксона. Для сравнения качественных данных использовали точный критерий Фишера. Анализ корреляционных взаимосвязей проведён с применением rho-коэффициента Спирмена. Анализ соответствия между показателями лактата и глюкозы артериальной крови и данными

монитора Eiris проводили с использованием метода Бланда – Альтмана. Результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Характеристика пола, возраста и клинических perioperационных показателей у обследуемых больных представлена в таблице.

Концентрация лактата, измеренная с помощью системы Eiris, повышалась в послеоперационном периоде более чем в 3 раза в сравнении с исходными значениями, достигая максимума 3,5 ммоль/л (2,8–4,7 ммоль/л) к 8 ч после вмешательства ( $p < 0,05$ ). Схожую динамику отмечали и при анализе лактата газов артериальной крови (рис. 1). Повышение уровня лактата крови имеет большое прогностическое значение, так как четко ассоциируется с неблагоприятными исходами у реанимационных больных. Традиционно считалось, что гиперлактациемия является следствием тканевой гипоперфузии на фоне анаэробного метаболизма [7]. Однако в последнее время появляется всё больше исследовательских работ, демонстрирующих и другие причины для увеличения концентрации лактата. Так, B. Levy et al. было показано, что, наряду с тканевой гипоперфузией, повышение лактата является следствием адренергического стресса у пациентов, находящихся в критическом состоянии. Метаболизм лактата осуществляется в печени и почках, а его концентрация определяется балансом между выработкой и клиренсом, что затрудняет интерпретацию

Таблица

### Характеристика изучаемых показателей

Показатели	Значения
Возраст, лет	63 (57–69)
Пол м/ж, %	55/45
Euroscore II, баллы	2,33 (1,24–4,76)
Риск операции по Euroscore II, %	6,0 (4,0–7,8)
Класс тяжести СН по NYHA	III (II–IV)
Фракция выброса до операции, %	58 (47–62)
Длительность ИМ, мин	88,0 (70,5–110,5)
Длительность ИК, мин	118 (93–153)
Длительность операции, мин	205 (190–247)
Длительность анестезии, мин	260 (240–300)
Длительность послеоперационной ИВЛ, ч	9,0 (6,3–14,7)
SOFA до операции, баллы	2,0 (1,5–2,5)
SOFA через 24 ч, баллы	4,0 (2,5–5,0)
Осложнения в раннем послеоперационном периоде, из них:	11
– респираторные	1
– аритмогенные	4
– неврологические	4
– почечные	2

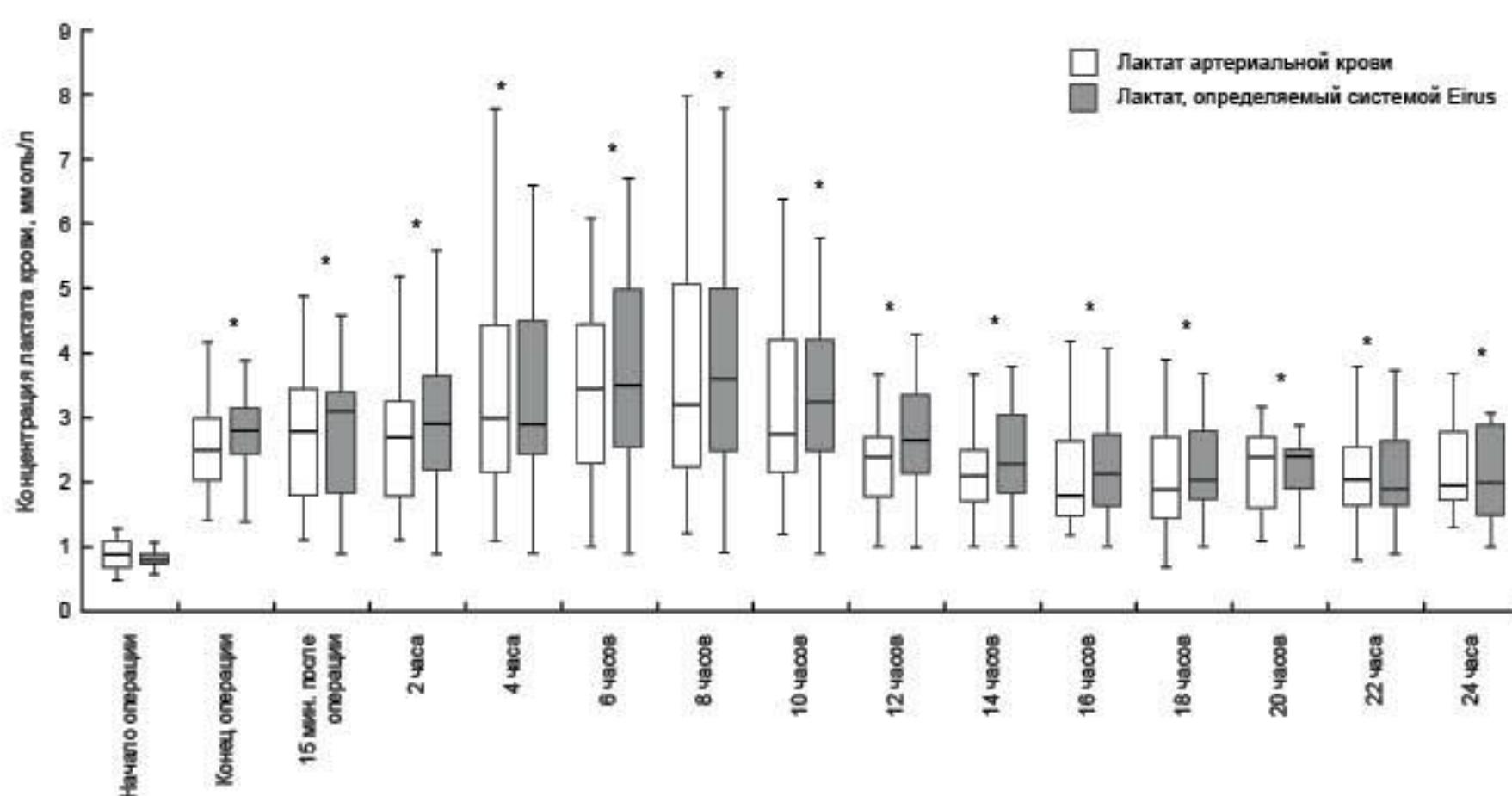


Рис. 1. Динамика концентрации лактата в периоперационном периоде; \* –  $p < 0,05$  при проведении внутригрупповых сравнений

гиперлактатемии. Наряду с высокими абсолютными значениями лактата, независимым предиктором летального исхода является показатель его клиренса в ходе проводимой терапии [36].

При исследовании 432 пар данных обнаружили тесную корреляционную связь между концентрацией лактата, измеренной с помощью системы Eirus, и его уровнем в артериальной крови ( $\rho = 0,917$ ,  $p < 0,0001$ ). Эта взаимосвязь сохранялась как во время операции ( $\rho = 0,894$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 135$ ), так и в послеоперационном периоде ( $\rho = 0,897$ ,

$p < 0,0001$ ,  $n = 297$ ; рис. 2). Полученные данные относятся с результатами других авторов, исследовавших систему внутрисосудистого микродиализа при кардиохирургических вмешательствах [43].

Согласно анализу Бланда – Альтмана, средняя разность между показателями лактата, непрерывно измеряемого системой Eirus (Lactate\_cont), и лактатом артериальной крови (Lactate\_art) составила  $0,09 \pm 1,1$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ). Интраоперационное различие было минимальным:  $0,001 \pm 0,800$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ), в после-

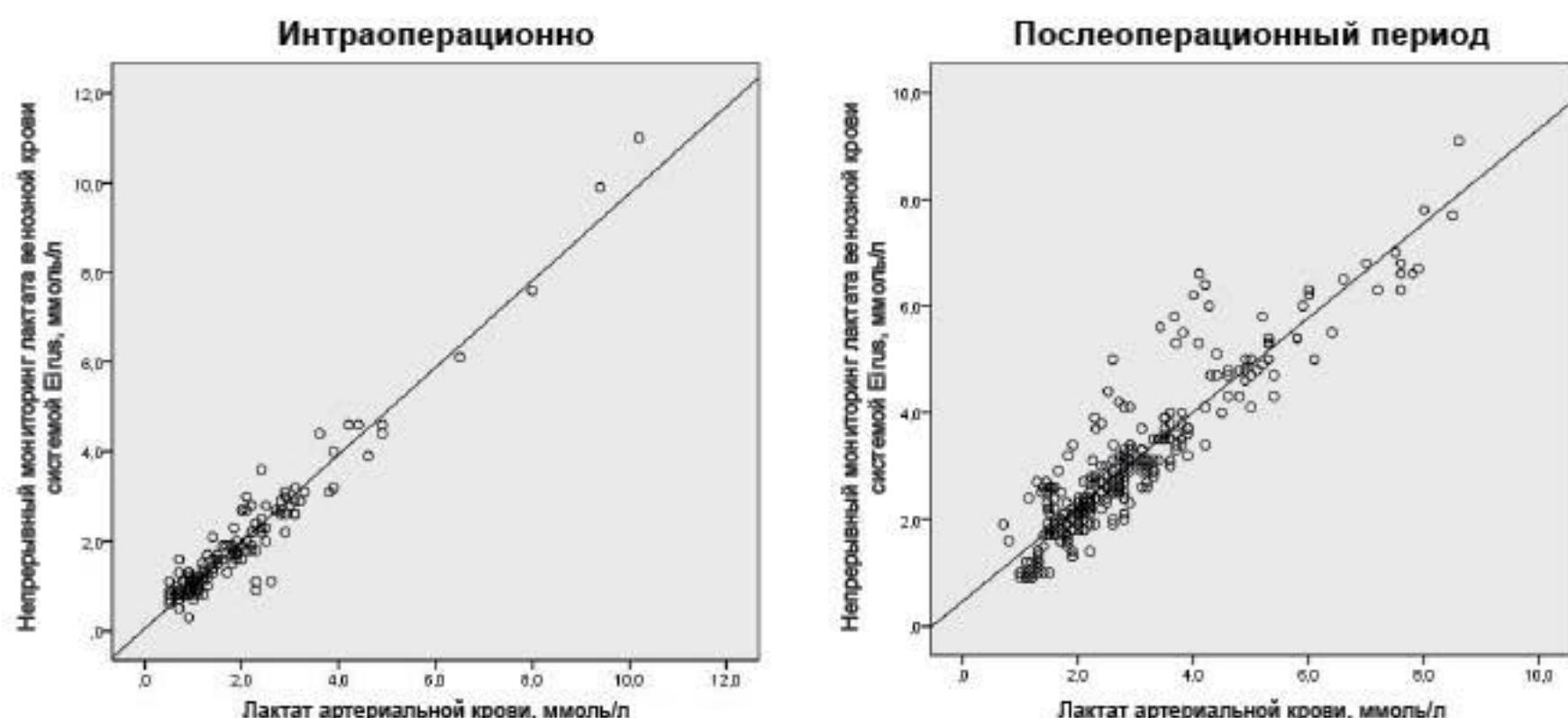


Рис. 2. Взаимосвязь между показателями лактата артериальной крови и данными непрерывного мониторинга лактата венозной крови

операционном периоде оно несколько возрастало, но находилось в клинически приемлемых пределах:  $0,14 \pm 1,20$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ) (рис. 3). Это различие может быть отчасти обусловлено задержкой с отображением измеренной концентрации системой Eirus и разными точками измерения лактата в ходе исследования – в артериальной (газы крови) и в венозной (Eirus) крови. Существует несколько причин, по которым использовали в качестве референтных значений уровня лактата и глюкозы именно образцы артериальной крови. Во-первых, определение концентрации лактата и глюкозы в артериальной крови является золотым стандартом диагностики метаболических нарушений у пациентов, находящихся в критических состояниях. Во-вторых, разница между концентрацией лактата в центральной венозной и артериальной крови обычно минимальна [7, 43, 54]. Так, M. H. Weil et al.

выявили тесную корреляционную связь между концентрацией лактата венозной и артериальной крови ( $r = 0,996$ ), а средняя разность между этими показателями составила 0,03 ммоль/л [53]. В исследовании F. Möller et al. было показано, что средняя разность между концентрациями лактата в артериальной крови и центральной венозной крови составляла  $0,09 \pm 0,60$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ), при этом авторы также обнаружили тесную корреляцию между данными показателями ( $r = 0,92$ ) [35].

Концентрация глюкозы, измеренная как с помощью системы Eirus, так и при анализе газового состава артериальной крови, повышалась в послеоперационном периоде более чем в 2 раза в сравнении с исходными значениями ( $p < 0,05$ ), достигая максимума 13,5 ммоль/л (11,7–15,5 ммоль/л), по данным внутрисосудистого микродиализа, к 2 ч после вмешательства (рис. 4).

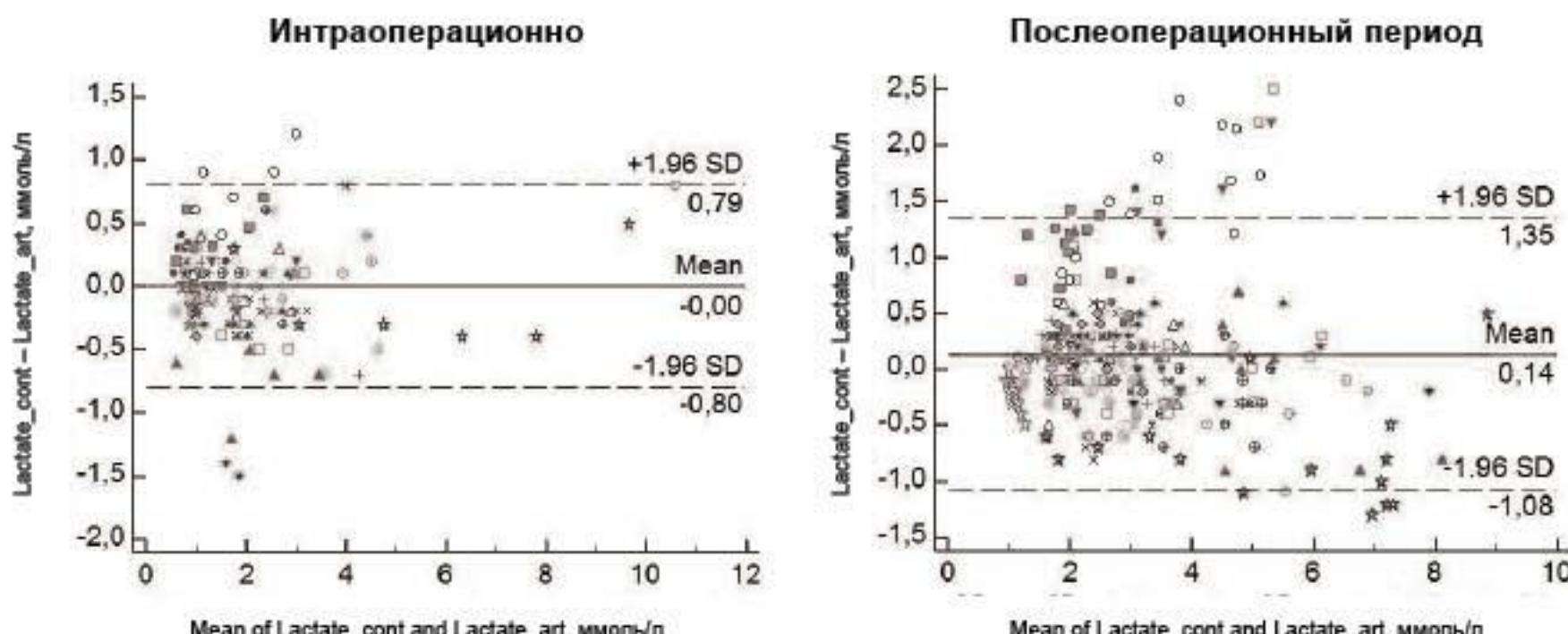


Рис. 3. Результаты анализа Бланда – Альтмана для лактата артериальной крови (Lactate\_art) и непрерывно измеряемого лактата венозной крови (Lactate\_cont)

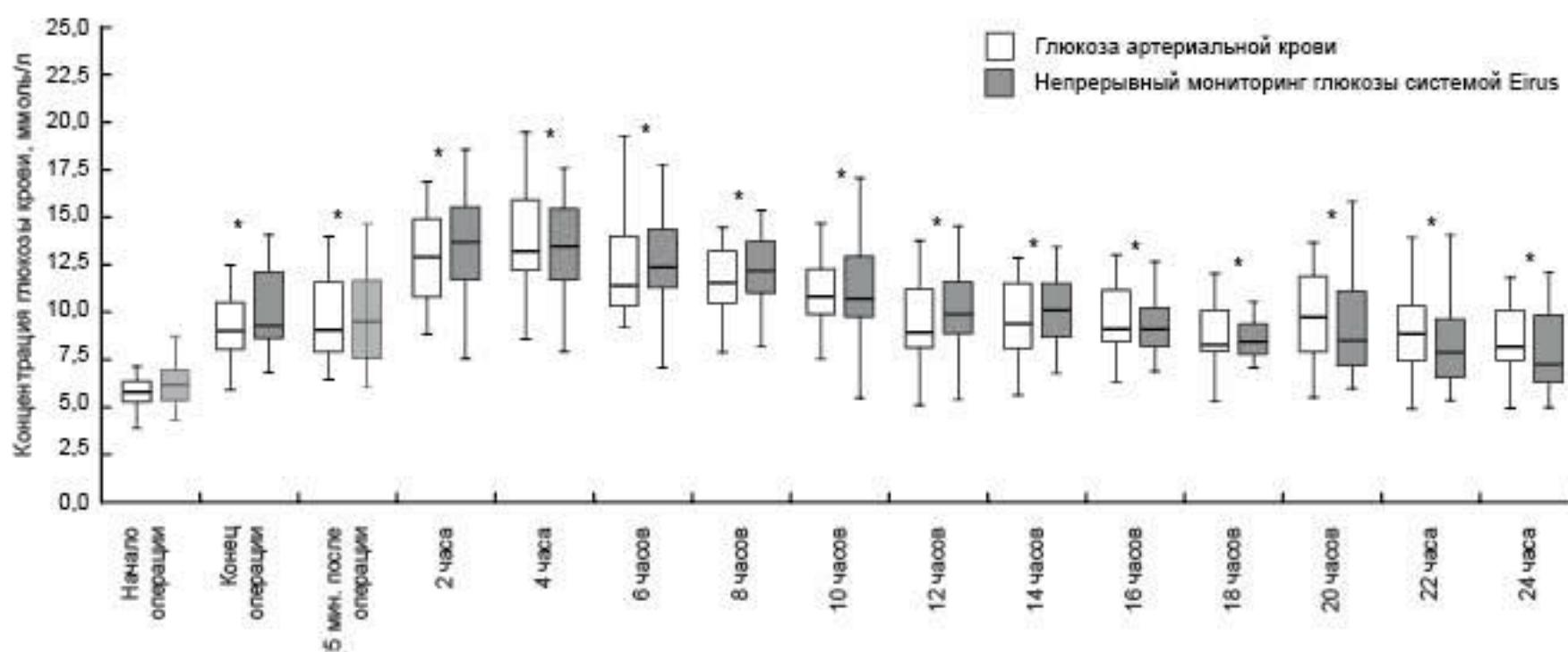


Рис. 4. Динамика концентрации глюкозы в периоперационном периоде; \* –  $p < 0,05$  при проведении внутригрупповых сравнений

При анализе 414 пар данных выявлена положительная корреляция между показателями глюкозы артериальной крови и уровнем глюкозы, определяемым с помощью системы Eirus ( $\rho = 0,693$ ,  $p < 0,0001$ ). При этом в интраоперационном периоде взаимосвязь между этими показателями становилась менее тесной:  $\rho = 0,533$ ,  $p = 0,0001$ ,  $n = 127$ , а в послеоперационном периоде коэффициент корреляции возрастал:  $\rho = 0,769$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 287$  (рис. 5).

По результатам анализа Бланда – Альтмана средняя разность между уровнем глюкозы, непрерывно измеряемым с помощью системы Eirus (Glucose\_cont), и концентрацией глюкозы артериальной крови (Glucose\_art) была  $-0,10 \pm 4,65$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ). Интраоперационная разница между артериальной глюкозой и глюкозой, измеряемой с помощью микродиализа,

составила  $0,01 \pm 5,80$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ), в послеоперационном периоде этот показатель находился на  $-0,10 \pm 4,15$  ммоль/л ( $M \pm 1,96 SD$ ) (рис. 6). Таким образом, измерения, полученные обоими способами, хорошо согласуются друг с другом. Полученные данные соотносятся с результатами других авторов, исследовавших систему внутрисосудистого микродиализа в кардиохирургии [44].

Известно, что у пациентов, находящихся в критическом состоянии, независимо от наличия сахарного диабета часто развиваются явления гипергликемии. Основными механизмами стресс-индуцированной гипергликемии у больных отделений ОРИТ являются инсулинорезистентность и повышение продукции глюкозы за счет глюконеогенеза [51]. У кардиохирургических больных гипергликемия ассоциируется с повышением частоты послеоперационных осложнений и неблагоприятных исходов

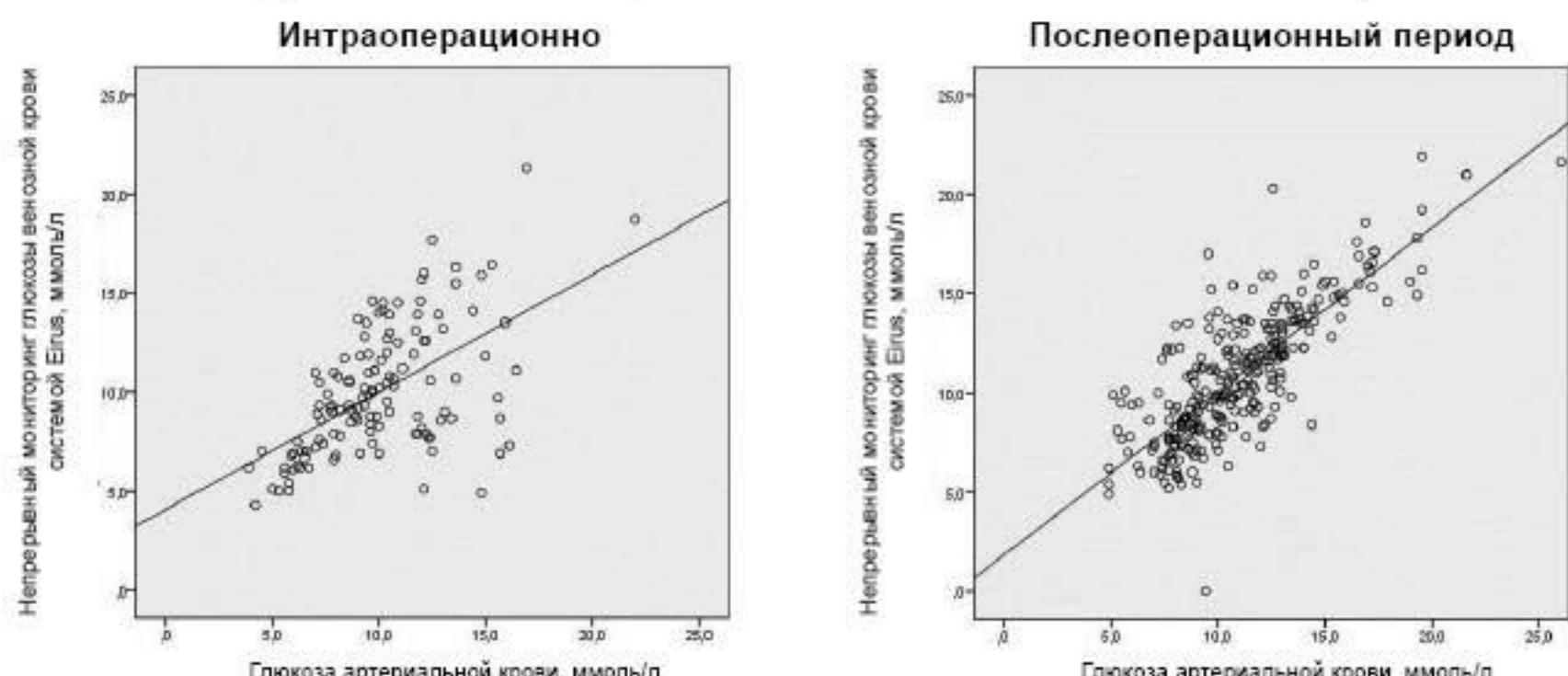


Рис. 5. Взаимосвязь между показателями глюкозы артериальной крови и данными непрерывного мониторинга глюкозы венозной крови

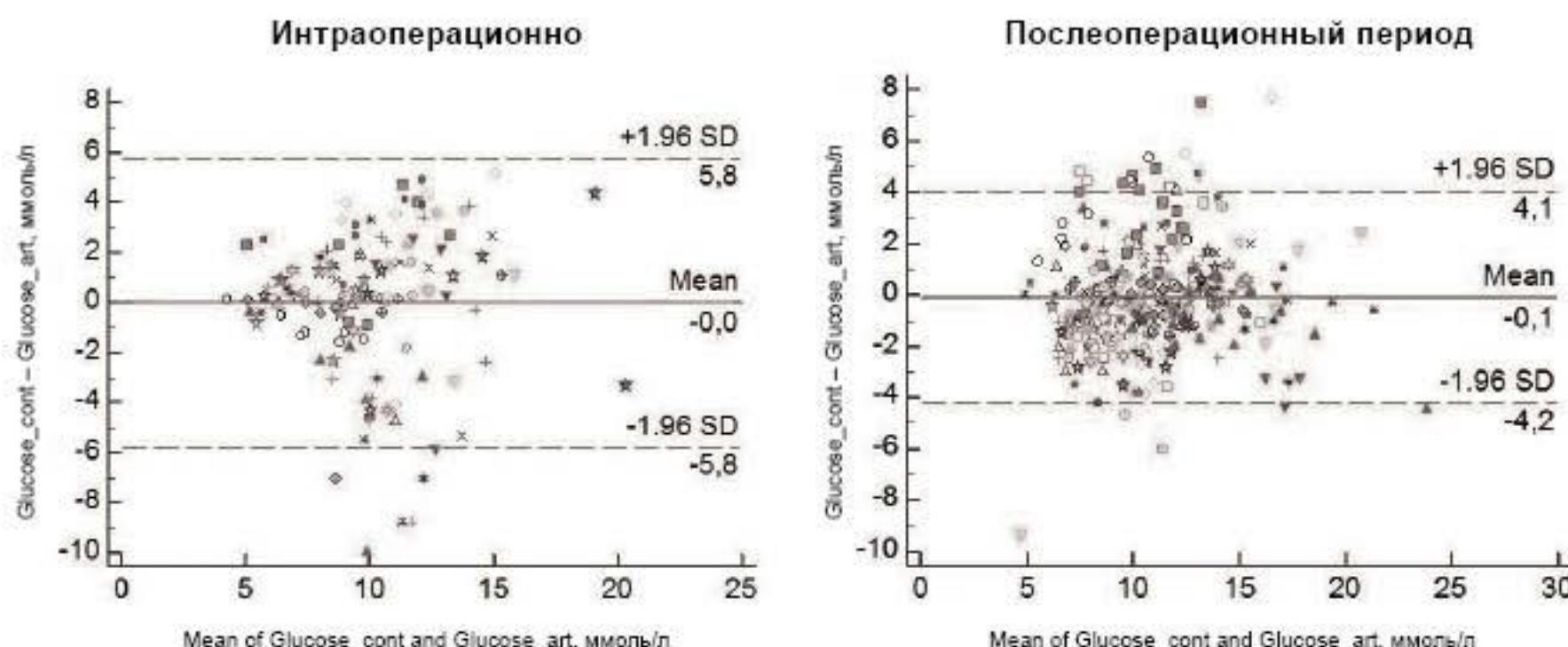


Рис. 6. Результаты анализа Бланда – Альтмана для глюкозы артериальной крови (Glucose\_art) и непрерывно измеряемой глюкозы системой Eirus (Glucose\_cont)

[15, 18]. Контроль уровня сахара в ОРИТ направлен не только на выявление эпизодов гипергликемии, но и на предотвращение тяжёлых гипогликемий, которые, безусловно, ассоциируются с неврологическими осложнениями и высокими показателями летальности у реанимационных больных [13, 29, 34]. Во многих исследованиях было показано, что нестабильность гликемического профиля является независимым фактором ухудшения клинического исхода [12, 28]. К сожалению, большинство мониторов для непрерывного измерения глюкозы, используемые на данный момент, не показали приемлемой точности измерения у реанимационных больных, что создаёт определённые сложности с контролем гликемии [10, 21, 24, 39]. В связи с этим технология внутрисосудистого микродиализа, используемая системой Eiris, может быть ценным дополнением к стандартному мониторингу уровня глюкозы у больных в ОРИТ.

В ходе исследования выявили взаимосвязь концентрации лактата в центральной вене с веноартериальным градиентом по  $\text{PCO}_2$  ( $\rho = 0,351, p < 0,05$ ; рис. 7) и средним АД ( $\rho = -0,213, p < 0,001$ ; рис. 8). Статистически значимой корреляции между лактатом, значениями СИ и сатурацией смешанной венозной крови не выявлено. Неадекватность тканевой перфузии ведёт к увеличению веноартериального градиента по парциальному давлению  $\text{CO}_2$  ( $\Delta P_{v-a} \text{CO}_2$ ) [11]. В нормальных условиях величина  $\Delta P_{v-a} \text{CO}_2$  не превышает 5–6 мм рт. ст. [14]. В исследовании E. Robin et al. показали, что повышение  $\Delta P_{v-a} \text{CO}_2 > 6$  мм рт. ст. ассоциируется с высокими показателями послеоперационных осложнений у пациентов после обширных хирургических вмешательств [42]. Более того, в нескольких исследованиях по ранней целенаправленной терапии

у пациентов с сепсисом было показано, что, наряду с клиренсом лактата, веноартериальный градиент по  $\text{PCO}_2$  и артериальная гипотензия являются достоверными признаками персистирующей тканевой гипоперфузии, даже при нормальных значениях центральной венозной сатурации [23, 50]. Так, в условиях, когда происходят нарушения на микроциркуляторном уровне, нормальные или высокие значения  $\text{ScvO}_2$  не исключают явления гипоперфузии тканей [38, 40, 47]. Значение СИ, наряду с концентрацией гемоглобина и насыщением артериальной крови кислородом, является ключевой детерминантой глобальной доставки кислорода [2]. Однако увеличение СИ является лишь косвенной предпосылкой, но никоим образом не гарантией улучшения доставки кислорода и утилизации его тканями [49]. Результаты проведённого исследования могут свидетельствовать о нарушениях микроциркуляции у кардиохирургических пациентов после длительного ИК; это может препятствовать адекватному потреблению кислорода даже на фоне улучшения его доставки.

В раннем послеоперационном периоде у 11 пациентов развились осложнения, при этом отмечалась тенденция к увеличению количества осложнений у больных с повышением уровня лактата крови  $> 4$  ммоль/л ( $p = 0,16$ ). У пациентов с ранними послеоперационными осложнениями отмечались более высокие показатели концентрации лактата крови: 2,92 (1,75–3,5) ммоль/л, в то время как у пациентов без осложнений этот показатель был статистически значимо ниже 2,36 (1,5–3,0) ммоль/л ( $p = 0,002$ ). Таким образом, полученные результаты подтверждают прогностическую роль лактата в диагностике периоперационных осложнений в кардиохирургии [7].

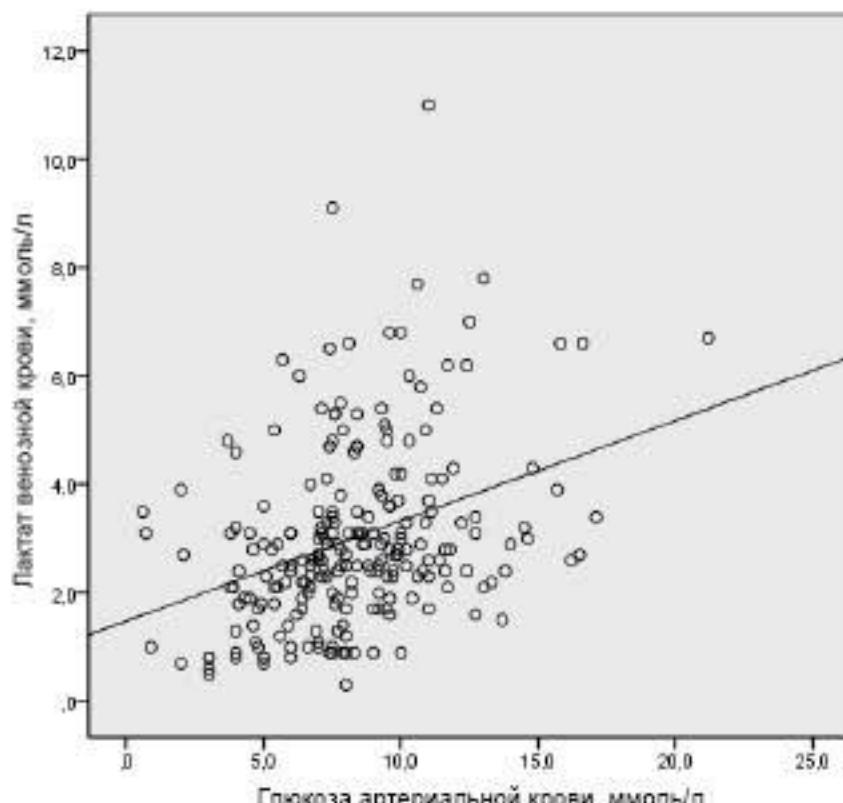


Рис. 7. Взаимосвязь между показателями веноартериального градиента  $\text{PCO}_2$  и уровнем лактата венозной крови

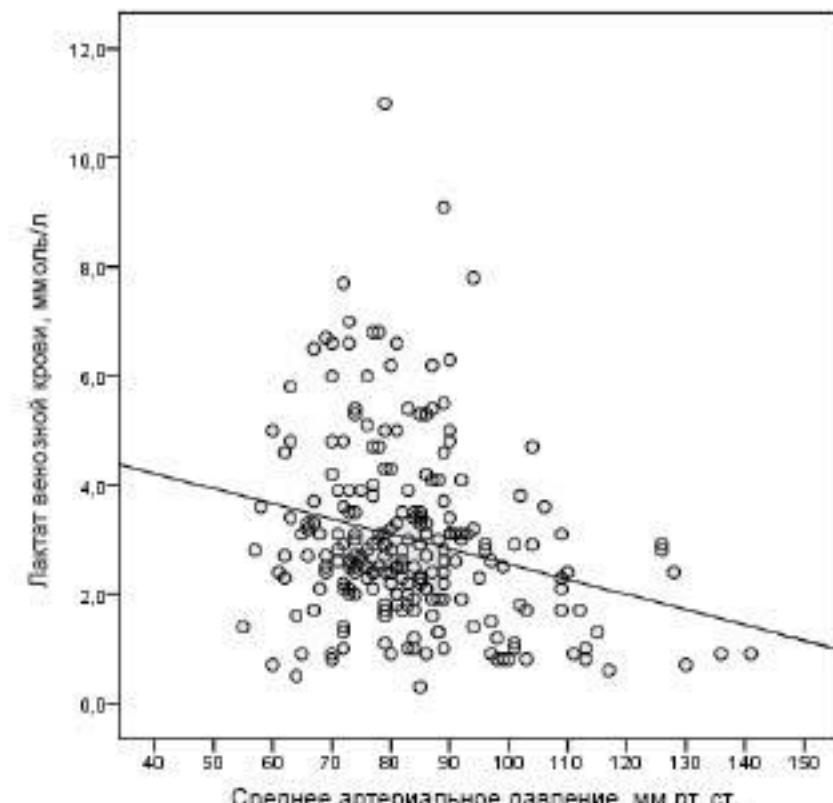


Рис. 8. Взаимосвязь между показателями среднего артериального давления и уровнем лактата венозной крови

## Заключение

При комплексной хирургической коррекции приобретенных комбинированных пороков сердца и ИБС в периоперационном периоде отмечается значимое повышение показателей лактата и глюкозы крови, достигающее максимума к 6 ч и 2 ч после вмешательства соответственно. Технология внутрисосудистого микродиализа позволяет с приемлемой точностью непрерывно мониторировать концентрации лактата и глюкозы в центральной вене при кардиохирургических вмешательствах высокого риска. Данная технология в сочетании с мониторингом гемодинамики и газового состава артериальной крови является новым перспективным подходом к глобальной оценке метаболизма и перфузии тканей при критических состояниях.

## ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Северный государственный медицинский университет,  
163000, г. Архангельск, просп. Троицкий, д. 51.

Ленькин Павел Игоревич  
аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии.  
E-mail: bruber@mail.ru

Сметкин Алексей Анатольевич  
кандидат медицинских наук, доцент кафедры  
анестезиологии и реаниматологии.  
E-mail: anesth\_sm@mail.ru

## Хуссейн Айяз

кандидат медицинских наук, ассистент кафедры  
анестезиологии и реаниматологии.  
E-mail: ayyaz@mail.ru

## Ушаков Алексей Андреевич

студент 6-го курса лечебного факультета.  
E-mail: smushakov@gmail.com

## Крыгина Мария Алексеевна

клинический ординатор кафедры анестезиологии  
и реаниматологии.  
E-mail: masha-kryg@mail.ru

## Киров Михаил Юрьевич

доктор медицинских наук, профессор, заведующий  
кафедрой анестезиологии и реаниматологии.  
E-mail: mikhail\_kirov@hotmail.com

ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница  
им. Е. Е. Волосевича»,  
163001, г. Архангельск, ул. Суворова, д. 1.

Ленькин Андрей Игоревич  
доктор медицинских наук, врач  
анестезиолог-реаниматолог.  
E-mail: www.starfish@mail.ru

Паромов Константин Валентинович  
кандидат медицинских наук, врач  
анестезиолог-реаниматолог.  
E-mail: kp-82@mail.ru

## Литература

- Гайдуков К. М., Ленькин А. И., Кузьков В. В. и др. Насыщение кислородом гемоглобина центральной венозной крови и венозно-артериальный градиент РСО<sub>2</sub> после комбинированных операций на клапанах сердца // Анестезиол. и реаниматол. – 2011. – № 3. – С. 19–21.
- Ленькин А. И., Захаров В. И., Паромов К. В. и др. Взаимосвязь церебральной оксигенации с детерминантами доставки и потребления кислорода при комплексной хирургической коррекции приобретенных пороков сердца // Сб. докл. и тез. 4-го Беломорского симпозиума, Архангельск, 23–24 июня 2011. – С. 5–6.
- Ленькин А. И., Паромов К. В., Сметкин А. А. и др. Устранение нарушений гемодинамики при комплексном хирургическом лечении приобретенных клапанных пороков сердца // Общ. реаниматол. – 2011. – № 7. – С. 10–17.
- Паромов К. В., Ленькин А. И., Сметкин А. А. и др. Целенаправленная коррекция нарушений гемодинамики при хирургической коррекции присобретенных клапанных пороков сердца // Серд.-сосуд. заболевания. Бюллетень НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2011. – № 12 (6). – С. 194.
- Шмырев В. А., Пономарев Д. Н., Шахин Д. Г. и др. Системная воспалительная реакция при использовании дистантного ишемического прекондиционирования у кардиохирургических пациентов // Вестн. анестезиол. и реаниматол. – 2014. – № 3. – С. 10–17.
- Abu-Omar Y., Ratnatunga C. Cardiopulmonary bypass and renal injury // Perfusion. – 2006. – Vol. 21. – P. 209–213.
- Bakker J., Nijsten M. W. N., Jansen T. C. Clinical use of lactate monitoring in critically ill patients // Ann. Intens. Care. – 2013. – Vol. 3. – P. 12.
- Calvin S. H., Ng S. W., Arifi A. A. et al. Inflammatory response to pulmonary ischemia-reperfusion injury // Surg. Today. – 2006. – Vol. 36. – P. 205–214.
- Clark S. C. Lung injury after cardiopulmonary bypass // Perfusion. – 2006. – Vol. 21. – P. 225–228.
- Critchell C. D., Savarese V., Callahan A. et al. Accuracy of bedside capillary blood glucose measurements in critically ill patients // Intens. Care Med. – 2007. – Vol. 33. – P. 2079–2084.
- Dres M., Monnet X., Teboul J-L. Hemodynamic management of cardiovascular failure by using PCO<sub>2</sub> difference // J. Clin. Monit. Comput. – 2012. – Vol. 26. – P. 367–374.
- Egi M., Bellomo R. Reducing glycemic variability in intensive care unit patients: a new therapeutic target? // J. Diabetes Sci. Technol. – 2009. – Vol. 3. – P. 1302–1308.
- Egi M., Bellomo R., Stachowski E. et al. Hypoglycemia and outcome in critically ill patients // Mayo. Clin. Proc. – 2010. – Vol. 85, № 3. – P. 217–224.
- Futier E., Robin E., Jabaudon M. Central venous O<sub>2</sub> saturation and venous-to-arterial CO<sub>2</sub> difference as complementary tools for goal-directed therapy during high-risk surgery // Crit. Care. – 2010. – Vol. 14. – P. 193.
- Gandhi G. Y., Nuttall G. A., Abel M. D. et al. Intra-operative hyperglycemia and perioperative outcomes in cardiac surgery patients // Mayo. Clin. Proc. – 2005. – Vol. 80. – P. 862–866.
- Goepfert M. S., Reuter D. A., Akyol D. et al. Goal-directed fluid management reduces vasopressor and catecholamine use in cardiac surgery patients // Intens. Care Med. – 2007. – Vol. 33. – P. 96–103.
- Goepfert M. S., Richter H. P., Zu Eulenburg C. et al. Individually optimized hemodynamic therapy reduces complications and length of stay in the intensive care unit: a prospective, randomized controlled trial // Anesthesiology. – 2013. – Vol. 119. – P. 824–836.

18. Guvener M., Pasaoglu I., Demircin Met al. Perioperative hyperglycemia is a strong correlate of postoperative infection in type II diabetic patients after coronary artery bypass grafting // *Endocr. J.* – 2002. – Vol. 49. – P. 531–537.
19. Hicks J. L. Cardiac Surgery // *J. Am. Coll. Surg.* – 1998. – Vol. 186. – P. 129–133.
20. Hirai S. Systemic inflammatory response syndrome after cardiac surgery under cardiopulmonary bypass // *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2003. – Vol. 9. – P. 365–370.
21. Hoedemaekers C. W., Klein Gunnewiek J. M., Prinsen M. A. et al. Accuracy of bedside glucose measurement from three glucometers in critically ill patients // *Crit. Care Med.* – 2008. – Vol. 36. – P. 3062–3066.
22. Holmes J. H., Connolly N. C., Paull D. L. et al. Magnitude of the inflammatory response to cardiopulmonary bypass and its relation to adverse clinical outcomes // *Inflamm. Res.* – 2002. – Vol. 51. – P. 579–586.
23. Jones A. E., Shapiro N. I., Trzeciak S. et al. Lactate clearance vs central venous oxygen saturation as goals of early sepsis therapy: a randomized clinical trial // *JAMA*. – 2010. – Vol. 303. – P. 739–746.
24. Kanji S., Buffie J., Hutton B. et al. Reliability of point-of-care testing for glucose measurement in critically ill adults // *Crit. Care Med.* – 2005. – Vol. 33. – P. 2778–2785.
25. Kennedy D. J., Butterworth J. F. Endocrine function during and after cardiopulmonary bypass: recent observations // *J. Clin. Endocrin. Metabol.* – 1994. – Vol. 78. – P. 997–1002.
26. Kirov M. Y., Kuzkov V. V., Molnar Z. Perioperative haemodynamic therapy// *Curr. Opin. Crit. Care.* – 2010. – Vol. 16. – P. 384–392.
27. Kirov M. Y., Lenkin A. I., Kuzkov V. V. et al. Single transpulmonary thermodilution in off-pump coronary artery bypass grafting: haemodynamic changes and effects of different anaesthetic techniques // *Acta Anaesthesiol Scand.* – 2007. – Vol. 51. – P. 426–433.
28. Krinsley J. S. Glycemic variability: a strong independent predictor of mortality in critically ill patients // *Crit. Care Med.* – 2008. – Vol. 36, № 11. – P. 3008–3013.
29. Krinsley J. S., Grover A. Severe hypoglycemia in critically ill patients: risk factors and outcomes // *Crit. Care Med.* – 2007. – Vol. 35, № 10. – P. 2262–2267.
30. Lenkin A. I., Zaharov V. I., Lenkin P. I. et al. Normothermic cardiopulmonary bypass increases cerebral tissue oxygenation during combined valve surgery: a single-centre, randomized trial // *Interact. Cardio-Vascular and Thoracic Surgery.* – 2013. – Vol. 16. – P. 595–601.
31. Lenkin A. I., Zaharov V. I., Lenkin P. I. et al. Monitoring of anesthetic depth during surgical correction of acquired valvular disorders: single center, randomized trial // *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* – 2014. – Vol. 28. – P. 301–307.
32. Lenkin A. I., Kirov M. Y., Kuzkov V. V. et al. Comparison of goal-directed hemodynamic optimization using pulmonary artery catheter and transpulmonary thermodilution in combined valve repair: a randomized clinical trial // *Crit. Care Res. Pract.* – 2012. – article ID 821218. – doi:10.1155/2012/821218.
33. Looney Y., Quinton P. Mitral valve surgery: continuing education in anaesthesia // *Critical. Care & Pain.* – 2005. – P. 1–4.
34. Mechanick J. I., Handelman Y., Bloomgarden Z. T. Hypoglycemia in the intensive care unit // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* – 2007. – Vol. 10, № 2. – P. 193–196.
35. Möller F., Liska J., Eihagen F. et al. Intravascular microdialysis as a method for measuring glucose and lactate during and after cardiac surgery // *J. Diabetes Sci. Technol.* – 2011. – Vol. 5. – P. 1099–1107.
36. Nguyen H. B., Rivers E. P., Knoblich B. P. et al. Early lactate clearance is associated with improved outcome in severe sepsis and septic shock // *Crit. Care Med.* – 2004. – Vol. 32. – P. 1637–1642.
37. Ohri S. K., Velissaris T. Gastrointestinal dysfunction following cardiac surgery // *Perfusion.* – 2006. – Vol. 21. – P. 215–223.
38. Perz S., Uhlig T., Kohl M. et al. Low and «supranormal» central venous oxygen saturation and markers of tissue hypoxia in cardiac surgery patients: a prospective observational study // *Intens. Care Med.* – 2011. – Vol. 37. – P. 52–59.
39. Petersen J. R., Graves D. E., Tacker D. H. et al. Comparison of POCT and central laboratory blood glucose results using arterial, capillary, and venous samples from MICU patients on a tight glycemic protocol // *Clin. Chim. Acta.* – 2008. – Vol. 396. – P. 10–13.
40. Pope J. V., Jones A. E., Gateski D. E. et al. Multicenter study of central venous oxygen saturation as a predictor of mortality in patients with sepsis // *Ann. Emerg. Med.* – 2010. – Vol. 55. – P. 40–46.
41. Prêtre R., Turina M. I. Valve diseases: Cardiac valve surgery in octogenarian // *Heart.* – 2000. – Vol. 83. – P. 116–121.
42. Robin E., Futier E., Pires O. et al. Central venous-to-arterial CO<sub>2</sub> difference as a prognostic tool in high-risk surgical patients // *Crit. Care.* – 2015. – Vol. 19. – P. 227.
43. Schierenbeck F., Nijsten M. W. N., Franco-Cereceda A. et al. Introducing intravascular microdialysis for continuous lactate monitoring in patients undergoing cardiac surgery: a prospective observational study // *Crit. Care.* – 2014. – Vol. 18. – P. 56.
44. Schierenbeck F., Nijsten M. W. N., Franco-Cereceda A. et al. Evaluation of a continuous blood glucose monitoring system using central venous microdialysis // *J. Diabetes. Sci. Technol.* – 2012. – Vol. 6. – P. 1366–1371.
45. Smetkin A. A., Hussain A., Kuzkov V. V. et al. Validation of cardiac output monitoring based on uncalibrated pulse contour analysis vs transpulmonary thermodilution during off-pump coronary artery bypass grafting // *Br. J. Anaesth.* – 2014. – Vol. 112. – P. 1024–1031.
46. Smetkin A. A., Kirov M. Y., Kuzkov V. V. et al. Single transpulmonary thermodilution and continuous monitoring of central venous oxygen saturation during off-pump coronary artery bypass grafting // *Acta Anaesth. Scand.* – 2009. – Vol. 53. – P. 505–514.
47. Textoris J., Fouché L., Wiramus S. et al. High central venous oxygen saturation in the latter stages of septic shock is associated with increased mortality // *Crit. Care.* – 2011. – Vol. 15. – P. 176.
48. Turina M. I. Future of heart valve surgery // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2004. – Vol. 26. – P. 8–13.
49. Turina J., Stark T., Seifert B. et al. Predictors of long-term outcome after combined aortic and mitral valve surgery // *Circulation.* – 1999. – Vol. 100. – P. 48–53.
50. Vallee F., Vallet B., Mathe O. et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference: an additional target for goal-directed therapy in septic shock? // *Intens. Care Med.* – 2008. – Vol. 34. – P. 2218–2225.
51. Van den Berghe G. How does blood glucose control with insulin save lives in intensive care? // *J. Clin. Invest.* – 2004. – Vol. 114, № 9. – P. 1187–1195.
52. Wan S., LeClerc J.-L., Vincent J.-L. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass: mechanisms involved and possible therapeutic strategies // *Chest.* – 1997. – Vol. 112. – P. 676–692.
53. Weil M. H., Michaels S., Rackow E. C. Comparison of blood lactate concentrations in central venous, pulmonary artery, and arterial blood // *Crit. Care Med.* – 1987. – Vol. 15. – P. 489–490.
54. Younger J. G., Falk J. L., Rothrock S. G. Relationship between arterial and peripheral venous lactate levels // *Acad. Emerg. Med.* – 1996. – Vol. 3. – P. 730–734.

## References

1. Gaydukov K.M., Lyon'kin A.I., Kuz'kov V.V. et al. Oxygen saturation of central venous blood hemoglobin and the venous arterial blood gradient of PCO<sub>2</sub> after combined surgeries of the cardiac valve. *Anesteziol. i Reanimatol.*, 2011, no. 3, pp. 19–21. (In Russ.)
2. Len'kin A.I., Zakharov V.I., Paromov K.V. et al. Correlation between cerebral oxygenation with determinants of oxygen delivery and consumption in integral surgical management of acquired cardiac failure. *Sb. dokl. i tez. 4-go Belomorskogo simpoziuma, Arkhangelsk, 23–24 iyunya 2011. [Abstr. book of the 4th White Sea Symposium, Arkhangelsk, June 23–24, 2011].* pp. 5–6. (In Russ.)
3. Len'kin A.I., Paromov K.V., Smyotkin A.A. et al. Management of hemodynamics disorders in integral surgical treatment of acquired cardiac failure. *Obsch.* *Reanimatol.*, 2011, no. 7, pp. 10–17. (In Russ.)
4. Paromov K.V., Lyon'kin A.I., Smyotkin A.A. et al. Targeted management of hemodynamics disorders in integral surgical management of acquired valvular cardiac failure. *Serd.-Sosud. Zabolevanija. Bulletin' NTSSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN*, 2011, no. 12 (6), pp. 194. (In Russ.)
5. Shmyrev V.A., Ponomarev D.N., Shakhin D.G. et al. System inflammatory response when using distant ischemic pre-conditioning in cardio-surgical patients. *Vestn. Anesteziol. i Reanimatol.*, 2014, no. 3, pp. 10–17. (In Russ.)
6. Abu-Omar Y., Ratnatunga C. Cardiopulmonary bypass and renal injury. *Perfusion.*, 2006, vol. 21, pp. 209–213.

7. Bakker J., Nijsten M.W.N., Jansen T.C. Clinical use of lactate monitoring in critically ill patients. *Ann. Intens. Care*, 2013, vol. 3, pp. 12.
8. Calvin S.H., Ng S.W., Arifi A.A. et al. Inflammatory response to pulmonary ischemia-reperfusion injury. *Surg. Today*, 2006, vol. 36, pp. 205-214.
9. Clark S.C. Lung injury after cardiopulmonary bypass. *Perfusion*, 2006, vol. 21, pp. 225-228.
10. Critchell C.D., Savarese V., Callahan A. et al. Accuracy of bedside capillary blood glucose measurements in critically ill patients. *Intens. Care Med.*, 2007, vol. 33, pp. 2079-2084.
11. Dres M., Monnet X., Teboul J.-L. Hemodynamic management of cardiovascular failure by using PCO<sub>2</sub> difference. *J. Clin. Monit. Comput.*, 2012, vol. 26, pp. 367-374.
12. Egi M., Bellomo R. Reducing glycemic variability in intensive care unit patients: a new therapeutic target? *J. Diabetes Sci. Technol.*, 2009, vol. 3, pp. 1302-1308.
13. Egi M., Bellomo R., Stachowski E. et al. Hypoglycemia and outcome in critically ill patients. *Mayo. Clin. Proc.*, 2010, vol. 85, no. 3, pp. 217-224.
14. Futier E., Robin E., Jabbaden M. Central venous O<sub>2</sub> saturation and venous-to-arterial CO<sub>2</sub> difference as complementary tools for goal-directed therapy during high-risk surgery. *Crit. Care*, 2010, vol. 14, pp. 193.
15. Gandhi G.Y., Nuttall G.A., Abel M.D. et al. Intra-operative hyperglycemia and perioperative outcomes in cardiac surgery patients. *Mayo. Clin. Proc.*, 2005, vol. 80, pp. 862-866.
16. Goepfert M.S., Reuter D.A., Akyol D. et al. Goal-directed fluid management reduces vasopressor and catecholamine use in cardiac surgery patients. *Intens. Care Med.*, 2007, vol. 33, pp. 96-103.
17. Goepfert M.S., Richter H.P., Zu Eulenburg C. et al. Individually optimized hemodynamic therapy reduces complications and length of stay in the intensive care unit: a prospective, randomized controlled trial. *Anesthesiology*, 2013, vol. 119, pp. 824-836.
18. Guvenen M., Pasaoglu I., Demircin M. et al. Perioperative hyperglycemia is a strong correlate of postoperative infection in type II diabetic patients after coronary artery bypass grafting. *Endocr. J.*, 2002, vol. 49, pp. 531-537.
19. Hicks J.L. Cardiac Surgery. *J. Am. Coll. Surg.*, 1998, vol. 186, pp. 129-133.
20. Hirai S. Systemic inflammatory response syndrome after cardiac surgery under cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2003, vol. 9, pp. 365-370.
21. Hoedemaekers C.W., Klein Gunnewiek J.M., Prinsen M.A. et al. Accuracy of bedside glucose measurement from three glucometers in critically ill patients. *Crit. Care Med.*, 2008, vol. 36, pp. 3062-3066.
22. Holmes J.H., Connolly N.C., Paull D.L. et al. Magnitude of the inflammatory response to cardiopulmonary bypass and its relation to adverse clinical outcomes. *Inflamm. Res.*, 2002, vol. 51, pp. 579-586.
23. Jones A.E., Shapiro N.I., Trzeciak S. et al. Lactate clearance vs central venous oxygen saturation as goals of early sepsis therapy: a randomized clinical trial. *JAMA*, 2010, vol. 303, pp. 739-746.
24. Kanji S., Buffie J., Hutton B. et al. Reliability of point-of-care testing for glucose measurement in critically ill adults. *Crit. Care Med.*, 2005, vol. 33, pp. 2778-2785.
25. Kennedy D.J., Butterworth J.F. Endocrine function during and after cardiopulmonary bypass: recent observations. *J. Clin. Endocrinol. Metabol.*, 1994, vol. 78, pp. 997-1002.
26. Kirov M.Y., Kuzkov V.V., Molnar Z. Perioperative haemodynamic therapy. *Curr. Opin. Crit. Care*, 2010, vol. 16, pp. 384-392.
27. Kirov M.Y., Lenkin A.I., Kuzkov V.V. et al. Single transpulmonary thermodilution in off-pump coronary artery bypass grafting: haemodynamic changes and effects of different anaesthetic techniques. *Acta Anaesthesiol Scand.*, 2007, vol. 51, pp. 426-433.
28. Krinsley J.S. Glycemic variability: a strong independent predictor of mortality in critically ill patients. *Crit. Care Med.*, 2008, vol. 36, no. 11, pp. 3008-3013.
29. Krinsley J.S., Grover A. Severe hypoglycemia in critically ill patients: risk factors and outcomes. *Crit. Care Med.*, 2007, vol. 35, no. 10, pp. 2262-2267.
30. Lenkin A.I., Zaharov V.I., Lenkin P.I. et al. Normothermic cardiopulmonary bypass increases cerebral tissue oxygenation during combined valve surgery: a single-centre, randomized trial. *Interact. Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 2013, vol. 16, pp. 595-601.
31. Lenkin A.I., Zaharov V.I., Lenkin P.I. et al. Monitoring of anesthetic depth during surgical correction of acquired valvular disorders: single center, randomized trial. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 2014, vol. 28, pp. 301-307.
32. Lenkin A.I., Kirov M.Y., Kuzkov V.V. et al. Comparison of goal-directed hemodynamic optimization using pulmonary artery catheter and transpulmonary thermodilution in combined valve repair: a randomized clinical trial. *Crit. Care Res. Pract.*, 2012, article ID 821218. doi:10.1155/2012/821218.
33. Looney Y., Quinton P. Mitral valve surgery. continuing education in anaesthesia. *Critical Care & Pain*, 2005, pp. 1-4.
34. Mechanick J.I., Handelman Y., Bloomgarden Z.T. Hypoglycemia in the intensive care unit. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, 2007, vol. 10, no. 2, pp. 193-196.
35. Möller E., Liska J., Eichhagen F. et al. Intravascular microdialysis as a method for measuring glucose and lactate during and after cardiac surgery. *J. Diabetes Sci. Technol.*, 2011, vol. 5, pp. 1099-1107.
36. Nguyen H.B., Rivers E.P., Knoblich B.P. et al. Early lactate clearance is associated with improved outcome in severe sepsis and septic shock. *Crit. Care Med.*, 2004, vol. 32, pp. 1637-1642.
37. Ohri S.K., Velissaris T. Gastrointestinal dysfunction following cardiac surgery. *Perfusion*, 2006, vol. 21, pp. 215-223.
38. Perz S., Uhlig T., Kohl M. et al. Low and «supranormal» central venous oxygen saturation and markers of tissue hypoxia in cardiac surgery patients: a prospective observational study. *Intens. Care Med.*, 2011, vol. 37, pp. 52-59.
39. Petersen J.R., Graves D.F., Tacker D.H. et al. Comparison of POCT and central laboratory blood glucose results using arterial, capillary, and venous samples from MICU patients on a tight glycemic protocol. *Clin. Chim. Acta*, 2008, vol. 396, pp. 10-13.
40. Pope J.V., Jones A.E., Galeski D.F. et al. Multicenter study of central venous oxygen saturation as a predictor of mortality in patients with sepsis. *Ann. Emerg. Med.*, 2010, vol. 55, pp. 40-46.
41. Prêtre R., Turina M.I. Valve diseases: Cardiac valve surgery in octogenarian. *Heart*, 2000, vol. 83, pp. 116-121.
42. Robin E., Futier E., Pires O. et al. Central venous-to-arterial CO<sub>2</sub> difference as a prognostic tool in high-risk surgical patients. *Crit. Care*, 2015, vol. 19, pp. 227.
43. Schierenbeck F., Nijsten M.W.N., Franco-Cereceda A. et al. Introducing intravascular microdialysis for continuous lactate monitoring in patients undergoing cardiac surgery: a prospective observational study. *Crit. Care*, 2014, vol. 18, pp. 56.
44. Schierenbeck F., Nijsten M.W.N., Franco-Cereceda A. et al. Evaluation of a continuous blood glucose monitoring system using central venous microdialysis. *J. Diabetes Sci. Technol.*, 2012, vol. 6, pp. 1366-1371.
45. Smetkin A.A., Hussain A., Kuzkov V.V. et al. Validation of cardiac output monitoring based on uncalibrated pulse contour analysis vs transpulmonary thermodilution during off-pump coronary artery bypass grafting. *Br. J. Anaesth.*, 2014, vol. 112, pp. 1024-1031.
46. Smetkin A.A., Kirov M.Y., Kuzkov V.V. et al. Single transpulmonary thermodilution and continuous monitoring of central venous oxygen saturation during off-pump coronary surgery. *Acta Anaesth. Scand.*, 2009, vol. 53, pp. 505-514.
47. Textoris J., Fouché L., Wiramus S. et al. High central venous oxygen saturation in the latter stages of septic shock is associated with increased mortality. *Crit. Care*, 2011, vol. 15, pp. 176.
48. Turina M.I. Future of heart valve surgery. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.*, 2004, vol. 26, pp. 8-13.
49. Turina J., Stark T., Seifert B. et al. Predictors of long-term outcome after combined aortic and mitral valve surgery. *Circulation*, 1999, vol. 100, pp. 48-53.
50. Vallee F., Vallet B., Mathe O. et al. Central venous-to-arterial carbon dioxide difference: an additional target for goal-directed therapy in septic shock? *Intens. Care Med.*, 2008, vol. 34, pp. 2218-2225.
51. Van den Berghe G. How does blood glucose control with insulin save lives in intensive care? *J. Clin. Invest.*, 2004, vol. 114, no. 9, pp. 1187-1195.
52. Wan S., LeClerc J.-L., Vincent J.-L. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass: mechanisms involved and possible therapeutic strategies. *Chest*, 1997, vol. 112, pp. 676-692.
53. Well M.H., Michaels S., Rackow E.C. Comparison of blood lactate concentrations in central venous, pulmonary artery, and arterial blood. *Crit. Care Med.*, 1987, vol. 15, pp. 489-490.
54. Younger J.G., Falk J.L., Rothrock S.G. Relationship between arterial and peripheral venous lactate levels. *Acad. Emerg. Med.*, 1996, vol. 3, pp. 730-734.

Новейшая система терапевтической контролируемой гипотермии **Arctic Sun 5000** – Medivance (США) оказывает протективное действие на жизненно важные органы, позволяет снизить скорость и интенсивность метаболических процессов, уменьшая потребность тканей в кислороде.

На сегодняшний день технология системы **Arctic Sun 5000** обеспечивает наиболее точный и быстрый уровень контроля температуры пациента за счет циркуляции воды в каналах манжет на гидрогелевой основе, имитирующих эффект погружения тела пациента в воду и обеспечивающих высокоеффективный, быстрый теплообмен, за счет полного и непрерывного контакта манжеты с кожей пациента.

Применение искусственной гипотермии позволяет улучшить исход у пациентов с:

- Остановкой сердца (постреанимационная болезнь)
- Травматическими повреждениями головного мозга
- Инсультом
- Печеночной энцефалопатией
- Медикаментозно не купируемой лихорадкой
- Инфарктом миокарда с подъемом ST



## novalung<sup>®</sup>

Система экстракорпоральной мембранный вентиляции iLA (interventional Lung Assist) – **Novalung**

Система **iLA** обеспечивает эффективную оксигенацию и элиминацию CO<sub>2</sub>, за счет высокотехнологичной мембраны Novalung с уникальным покрытием, позволяющим в течение 29 дней протезировать функцию легких у пациентов с тяжелыми формами дыхательной недостаточности, не поддающимися лечению традиционными режимами ИВЛ.

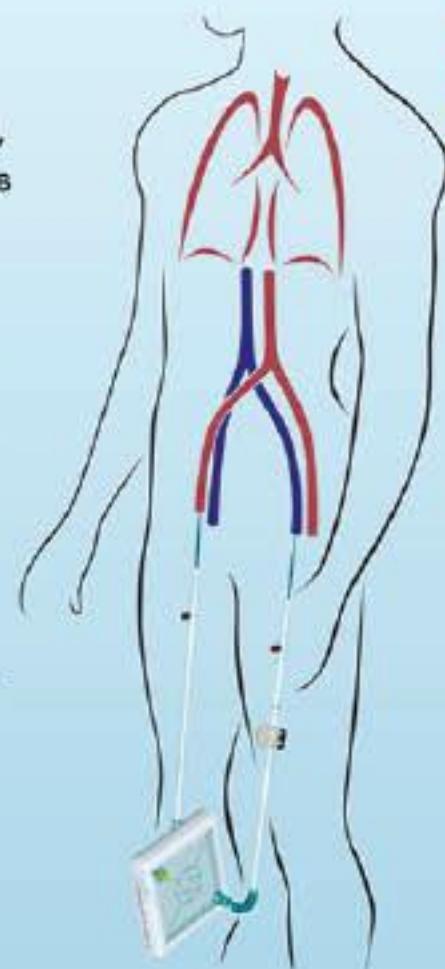
Система **iLA** служит мостом к выздоровлению у пациентов с тяжелым РДСВ, не прибегая к агрессивным режимам вентиляции.

**iLA** позволяет успешно лечить пациентов с не купируемым астматическим статусом, эффективно удаляя CO<sub>2</sub> из организма в протективных режимах вентиляции.

Подсоединение **системы iLA** осуществляется функциональным методом через бедренную артерию/бедренную вену, поток крови обеспечивается за счет артерио-венозной разницы давлений, без насоса, что делает данную процедуру относительно простой и доступной в широкой клинической практике.

Объем заполнения системы составляет 250 мл.

Поток крови регулируемый: от 0,5 до 4,5 л/мин.



[www.schag.ru](http://www.schag.ru)

– эксклюзивный дистрибутор в России

ЗАО «ШАГ»  
 119002, г. Москва,  
 Карманский пер., д. 9  
 Арбат Бизнес Центр, офис 501А  
 т. +7 (495) 956-13-09,  
 ф. +7 (495) 956-13-10

ООО «ШАГ Северо-Запад»  
 193318, г. Санкт-Петербург,  
 ул. Ворошилова, д. 2  
 Бизнес Центр «Охта», офис 206  
 т. +7 (812) 440-92-21,  
 ф. +7 (812) 440-73-90

ООО «ШАГ-Юг»  
 344091,  
 г. Ростов-на-Дону,  
 пр-кт Ставки, д. 245  
 т. +7 (863) 298-00-76,  
 т/ф. +7 (863) 266-74-36