



Оценка прогностической значимости уровня лактата и дефицита оснований артериальной крови у пациентов после операций на поджелудочной железе: ретроспективный анализ

© Б.С. Эзугбая^{1*}, В.А. Аветисян¹, М.А. Джопуа², Г.С. Эзугбая⁴, К.Б. Алмашова⁵, Д.Д. Шевчук⁴,
С.А. Федоров¹, Е.В. Зувев¹, В.А. Корячкин³

¹ АО «Ильинская больница», Московская область, г.о. Красногорск, Россия

² Клинический госпиталь Лапино, Московская область, Лапино, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

⁵ Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия

* Б.С. Эзугбая, 143421, Московская область, г.о. Красногорск, ул. Рублевское предместье, 2 к. 2, ezugbaia.b.s@gmail.com

Поступила в редакцию 28 ноября 2023 г. Исправлена 30 января 2024 г. Принята к печати 10 февраля 2024 г.

Резюме

Введение: Несмотря на развитие хирургической тактики и различных схем терапии, послеоперационная летальность при хирургии поджелудочной железы остается высокой и составляет 3,8%. Уровни лактата и дефицита оснований отражают метаболические изменения в организме и представляют большой интерес в качестве прогностических маркеров внутригоспитальной летальности.

Цель исследования: Оценить прогностическую значимость уровней лактата и дефицита оснований артериальной крови у пациентов после операций на поджелудочной железе.

Материалы и методы: Проведен ретроспективный анализ базы данных пациентов, прооперированных на поджелудочной железе ($n = 134$) в период с 2019–2023 г. Больные были разделены на две группы: группа 1 ($n = 11$) – пациенты, умершие в госпитале в послеоперационном периоде, группа 2 ($n = 123$) – пациенты, выписанные из стационара.

Результаты: В группе 1 уровень лактата при поступлении был значимо выше, чем в группе 2 (5,61 (2,51–11,13) ммоль/л и 1,84 (1,33–2,98) ммоль/л соответственно, $p < 0,001$). В динамике на первые сутки в 1-й группе – 3,60 (2,41–4,24) ммоль/л, во 2-й группе – 2,27 (1,72–3,64), $p < 0,001$. На вторые сутки в 1-й группе – 2,55 (1,43–3,54) ммоль/л, во 2-й группе – 1,40 (1,16–1,92) ммоль/л, $p = 0,001$. На третьи сутки в 1-й группе – 1,85 (1,57–2,91) ммоль/л, во 2-й группе – 1,24 (1,14–1,54) ммоль/л, $p = 0,002$. Уровень дефицита оснований также был в 1-й группе выше по сравнению со 2-й (–7,50 (–10,75–(–5,40)) ммоль/л и –4,00 (–5,30–(–2,35)) ммоль/л соответственно, $p = 0,001$). В динамике на первые сутки в 1-й группе –5,20 (–6,9–(–1,40)) ммоль/л, во 2-й группе –2,70 (–4,00–(–0,80)), $p = 0,002$. На вторые сутки в 1-й группе – 1,90 (–7,00–(–1,40)) ммоль/л, во 2-ой группе – 1,62 (–0,80–3,50) ммоль/л, $p = 0,006$. На третьи сутки в 1-й группе –1,25 (–8,00–2,3) ммоль/л, во 2-й группе – 2,55 (0,80–3,80) ммоль/л, $p = 0,027$. Площадь под ROC-кривой взаимосвязи уровня лактата и летального исхода составила 0,833, 95% ДИ: 0,704–0,962, $p < 0,001$. Значение в точке cut-off составило 2,5 ммоль/л, чувствительность и специфичность – 81,8 и 69,1% соответственно. Площадь под ROC-кривой взаимосвязи уровня дефицита оснований и летального исхода составила 0,801, 95% ДИ: 0,657–0,945, $p = 0,001$. Значение в точке cut-off составило –6,6 ммоль/л, чувствительность 72,7% и специфичность 84,6%. При сравнении значений площади под ROC-кривыми между собой существенных различий не обнаружено ($p = 0,520$).

Выводы: Уровень лактата артериальной крови и дефицит оснований одинаково обладают хорошей прогностической значимостью внутригоспитальной летальности у пациентов, прооперированных на поджелудочной железе.

Ключевые слова: лактат, дефицит оснований, прогнозирование летальности, поджелудочная железа

Цитировать: Эзугбая Б.С., Аветисян В.А., Джопуа М.А. и др. Оценка прогностической значимости уровня лактата и дефицита оснований артериальной крови у пациентов после операций на поджелудочной железе: ретроспективный анализ. *Инновационная медицина Кубани.* 2024;9(2):26–33. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-2-26-33>



Assessing the Prognostic Significance of Lactate Levels and Arterial Base Excess in Patients After Pancreatic Surgery: A Retrospective Analysis

©Beka S. Ezugbaia^{1*}, Vaagn A. Avetisian¹, Maksim A. Dzhopua², Georgiy S. Ezugbaya⁴, Karina B. Almashova⁵, Daniil D. Shevchuk⁴, Sergey A. Fedorov¹, Evgeniy V. Zuev¹, Victor A. Koriachkin³

¹ Ilyinskaya Hospital, Krasnogorsk municipal district, Moscow Region, Russian Federation

² Lapino Clinical Hospital, Lapino, Moscow Region, Russian Federation

³ Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

⁴ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

⁵ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

* Beka S. Ezugbaia, Ilynskaya Hospital, building 2, ulitsa Rublevskoe predmestye 2, Krasnogorsk municipal district, 143421, Moscow Region, Russian Federation, ezugbaia.b.s@gmail.com

Received: November 28, 2023. Received in revised form: January 30, 2024. Accepted: February 10, 2024.

Abstract

Background: Despite advances in surgical approaches and various treatment regimens, postoperative mortality after pancreatic surgery remains high (3.8%). Lactate levels and base excess show metabolic changes in the body and are useful prognostic markers of in-hospital mortality.

Objective: To evaluate the prognostic significance of lactate levels and arterial base excess in patients after pancreatic surgery.

Materials and methods: We retrospectively analyzed a database of patients who underwent pancreatic surgery (n=134) between 2019 and 2023. The patients were grouped: group 1 (n=11) for the patients who died in the hospital in the postoperative period and group 2 (n=123) for the patients discharged from the hospital.

Results: In group 1, the lactate level at the time of admission was significantly higher than in group 2: 5.61 (2.51-11.13) mmol/L and 1.84 (1.33-2.98) mmol/L, respectively, $P < .001$. Changes of this parameter on day 1: 3.60 (2.41-4.24) mmol/L in group 1 and 2.27 (1.72-3.64) in group 2, $P < .001$. On day 2: 2.55 (1.43-3.54) mmol/L in group 1 and 1.40 (1.16-1.92) mmol/L in group 2, $P = .001$. On day 3: 1.85 (1.57-2.91) mmol/L in group 1 and 1.24 (1.14-1.54) mmol/L in group 2, $P = .002$. The base excess was also higher in group 1 compared with group 2: -7.50 (-10.75-(-5.40)) mmol/L and -4.00 (-5.30-(-2.35)) mmol/L, respectively, $P = .001$. Changes of this parameter on day 1: -5.20 (-6.90-(-1.40)) mmol/L in group 1 and -2.70 (-4.00-(-0.80)) in group 2, $P = .002$. On day 2: -1.90 (-7.00-(-1.40)) mmol/L in group 1 and 1.62 (-0.80-3.50) mmol/L in group 2, $P = .006$. On day 3: -1.25 (-8.00-2.3) mmol/L in group 1 and 2.55 (0.80-3.80) mmol/L in group 2, $P = .027$. The area under the receiver operating characteristic curve (AUROC) for relationship between lactate level and death was 0.833, 95% CI: 0.704-0.962, $P < .001$. The cutoff point value was 2.5 mmol/L, whereas sensitivity and specificity were 81.8% and 69.1%, respectively. The AUROC for relationship between base excess and death was 0.801, 95% CI: 0.657-0.945, $P = .001$. The cutoff point value was -6.6 mmol/L, whereas sensitivity and specificity were 72.7% and 84.6%, respectively. When comparing the AUROC values, we found no significant differences ($P = .520$).

Conclusions: Arterial blood lactate and base excess are equally good at predicting in-hospital mortality in patients undergoing pancreatic surgery.

Keywords: lactate, base excess, mortality prediction, pancreas

Cite this article as: Ezugbaia BS, Avetisian VA, Dzhopua MA, et al. Assessing the prognostic significance of lactate levels and arterial base excess in patients after pancreatic surgery: a retrospective analysis. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024;9(2):26–33. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-2-26-33>

Введение

Рак поджелудочной железы в настоящий момент является четвертой по распространенности причиной смертности в структуре онкологических заболеваний в экономически развитых странах и в неутешительной перспективе в течение следующих нескольких лет станет второй по распространенности причиной смертности в структуре онкологических заболеваний [1]. Хирургическая резекция в сочетании с системной химиотерапией дает единственную надежду на излечение или долгосрочное выживание пациентам с раком поджелудочной железы [2].

В последние годы все большую популярность набирает подход, при котором даже местно-распространенные опухоли поддаются хирургической резекции с использованием схем неоадьювантной химиотерапии [3]. Несмотря на развитие хирургической тактики и различных схем терапии, послеоперационная летальность при хирургии поджелудочной железы остается

высокой и составляет 3,8% [4]. На частоту послеоперационных осложнений и летальности у пациентов после данных вмешательств влияют многие факторы. Невозможно переоценить роль интраоперационного расширенного гемодинамического мониторинга, а также мониторинга динамики маркеров тканевой гипоксии как в интраоперационном, так и в раннем послеоперационном периодах при прогнозировании различных осложнений [5]. В последнее время особое внимание привлекают методы периоперационного мониторинга метаболических маркеров и их взаимосвязь с исходами и осложнениями, однако данные исследования являются неоднозначными [6, 7].

Цель исследования

Оценить прогностическую значимость уровней лактата и дефицита оснований артериальной крови у пациентов после операций на поджелудочной железе.

Таблица 1
Характеристики исследуемых пациентов (M ± SD)
Table 1
Characteristics of the studied patients (M ± SD)

Параметры	Группа 1 (n = 11)	Группа 2 (n = 123)	p
Возраст, лет	62,1 ± 12,1	57,5 ± 14,5	0,801
Пол, м/ж	4 (36,4%)/7 (63,6%)	59 (48,0%)/64 (52,0%)	0,540
ИМТ, кг/м ²	26,3 ± 7,1	25,9 ± 6,9	0,855
ASA II	4 (36,4%)	51 (41,5%)	–
ASA III	6 (54,5%)	70 (56,9%)	–
ASA IV	1 (9,1%)	2 (1,6%)	–

Материалы и методы

Проведено одноцентровое когортное ретроспективное исследование электронной базы данных стационарных медицинских карт пациентов (n = 134) после оперативных вмешательств на поджелудочной железе в АО «Ильинская Больница» с 14 июля по 30 сентября 2019 г. (в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей», 2013 г.). Больные были разделены на две группы: группа 1 (n = 11) – пациенты с летальным исходом при госпитализации и группа 2 (n = 123) – пациенты, которые были выписаны из стационара. Критериями включения были плановое хирургическое вмешательство в области поджелудочной железы, лапаротомный доступ. Критериями исключения: возраст до 18 лет, отсутствие данных в медицинской информационной системе.

Средний возраст пациентов группы 1 составил 62,1 ± 12,1 лет, в группе 2 – 57,5 ± 14,5 лет. В 1-й группе было 4 пациента мужского пола (36,4%), 7 человек – женского пола (63,6%), во 2-й группе пациентов мужского пола было 59 (48,0%), женского пола – 64 (52,0%). Индекс массы тела (ИМТ) пациентов в группе 1 составлял 26,3 ± 7,1 кг/м², в группе 2 – 25,9 ± 6,9 кг/м². Распределение по уровню анестезиологической оценки физического статуса (ASA) выглядело следующим образом: ASA II в 1-й группе – 4 пациента, во 2-й группе – 51, ASA III в 1-й группе – 6 пациентов, во 2-й группе – 70 пациентов, ASA IV встречался в 1-й группе – 1 раз, во 2-й группе – 2 раза. Данные представлены в таблице 1.

В 54,5% случаев (n = 73) была проведена панкреатодуоденальная резекция, в 22,4% (n = 30) – тотальная панкреатэктомия, в 9,0% (n = 12) – дистальная резекция поджелудочной железы, в 7,5% (n = 10) случаев была выполнена центральная резекция поджелудочной железы, в 5,2% (n = 7) – панкреатосохраняющая

резекция двенадцатиперстной кишки и в 1,5% (n = 2) – цистпанкреатоэнтероанастомоз. Спектр оперативных вмешательств представлен в таблице 2.

Оперативные вмешательства были выполнены под общим эндотрахеальным наркозом. В качестве ингаляционного анестетика использовался севофлуран. Расширенный интраоперационный мониторинг включал инвазивное измерение артериального давления. При развитии гипотонии для коррекции артериального давления использовался норадреналин. Проводилась целенаправленная инфузионная терапия под постоянной оценкой вариабельности пульсового и систолического давлений, с динамикой метаболических маркеров (лактат, дефицит оснований, сатурация гемоглобина центральной венозной крови, веноартериальная разница парциального давления углекислого газа). В послеоперационном периоде выполнялась мультимодальная аналгезия, которая включала эпидуральную блокаду раствором местного анестетика (ропивакаин 0,2%), внутривенное введение нестероидных противовоспалительных препаратов и парацетамола, контролируемое пациентом введение фентанила.

Таблица 2
Спектр оперативных вмешательств
Table 2
Spectrum of surgical procedures

Оперативное вмешательство	n (%)
Панкреатодуоденальная резекция	73 (54,5%)
Тотальная панкреатэктомия	30 (22,4%)
Дистальная резекция поджелудочной железы	12 (9,0%)
Центральная резекция поджелудочной железы	10 (7,5%)
Панкреатосохраняющая резекция двенадцатиперстной кишки	7 (5,2%)
Цистпанкреатоэнтероанастомоз	2 (1,5%)

Фиксировали уровни лактата (ммоль/л) и дефицита оснований (ммоль/л), набранные из артериальной крови в конце оперативного вмешательства или непосредственно при поступлении в отделение реанимации и интенсивной терапии, затем в первые, 2-е и 3-и сут. послеоперационного периода.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием программы IBM SPSS Statistics V26 (IBM Corporation, США). Нормальность распределения количественных данных проводили с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Нормально распределенные данные описывали с помощью средних значений (M) и стандартного отклонения (SD). Данные, распределение которых отличалось от нормального, описывались с помощью медианы (Me) и межквартильного размаха (Q1–Q3). Сравнение данных, распределение которых отличалось от нормального, проводили с помощью непараметрического метода U-критерия Манна-Уитни. Оценку диагностической значимости проводили методом анализа ROC-кривых. Сравнение областей под ROC-кривыми проводили методом ДеЛонга. Выявленные взаимосвязи считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

При сравнении уровня лактата артериальной крови между пациентами с развившимся летальным исходом и выписанными из стационара были получены статистически значимые различия ($p < 0,001$) и их медианы составили 5,61 и 1,84 ммоль/л соответственно. В динамике на первые, 2-е и 3-и сут. также значительно различались, причем в группе 1 уровень лактата

артериальной крови был значимо выше. Уровень дефицита оснований был существенно ниже у пациентов с летальным исходом (Me –7,50 ммоль/л) по сравнению с выжившими пациентами (Me –4,00 ммоль/л, $p = 0,001$). В динамике на первые, 2-е и 3-и сут. медиана уровня дефицита оснований была существенно ниже в группе 1. Данные представлены в таблице 3 и рисунках 1 и 2.

Площадь под ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи прогноза летального исхода и уровня лактата артериальной крови, составила 0,833 с 95% ДИ: 0,704–0,962. Полученная модель была статистически значимой ($p < 0,001$). Пороговое значение уровня лактата в точке cut-off равно 2,5 ммоль/л. При уровне лактата, равном или превышающем данное значение, прогнозировался высокий риск летального исхода. Чувствительность и специфичность метода составили 81,8 и 69,1% соответственно.

Площадь по ROC-кривой, соответствующей взаимосвязи прогноза летального исхода и уровня дефицита оснований артериальной крови, составила 0,801 с 95% ДИ: 0,657–0,945. Полученная модель была статистически значимой ($p = 0,001$). Пороговое значение уровня дефицита оснований артериальной крови в точке cut-off равно –6,6 ммоль/л. При уровне дефицита оснований равном (или меньшим) данному значению прогнозировался высокий риск летального исхода. Чувствительность и специфичность метода составили 72,7 и 84,6% соответственно.

При сравнении обеих прогностических моделей методом ДеЛонга статистически значимых различий не выявлено ($p = 0,520$). Данные представлены на рисунке 3.

Таблица 3
Сравнение лабораторных маркеров метаболизма
Table 3
Comparison of laboratory markers of metabolism

Показатель	Группа				p
	Первая		Вторая		
	Me	Q1–Q3	Me	Q1–3	
Лактат при поступлении в ОРИТ, ммоль/л	5,61	2,51–11,13	1,84	1,33–2,98	< 0,001*
Лактат на 1-е сут., ммоль/л	3,60	2,41–4,24	2,27	1,72–3,64	< 0,001*
Лактат на 2-е сут., ммоль/л	2,55	1,43–3,54	1,40	1,16–1,92	0,001*
Лактат на 3-и сут., ммоль/л	1,85	1,57–2,91	1,24	1,14–1,54	0,002*
BE при поступлении в ОРИТ, ммоль/л	–7,50	–10,75–(–5,40)	–4,00	–5,30–(–2,35)	0,001*
BE на 1-е сут., ммоль/л	–5,20	–6,90–(–1,40)	–2,70	–4,00(–0,80)	0,002*
BE на 2-е сут., ммоль/л	–1,90	–7,00–1,90	1,62	–0,80–3,50	0,006*
BE на 3-и сут., ммоль/л	–1,25	–8,00–2,30	2,55	0,80–3,80	0,027*

Прим.: BE – дефицит оснований (base excess)

* – $p < 0,05$, U-критерий Манна-Уитни

Note: BE, base excess

* – $P < .05$, Mann-Whitney U test

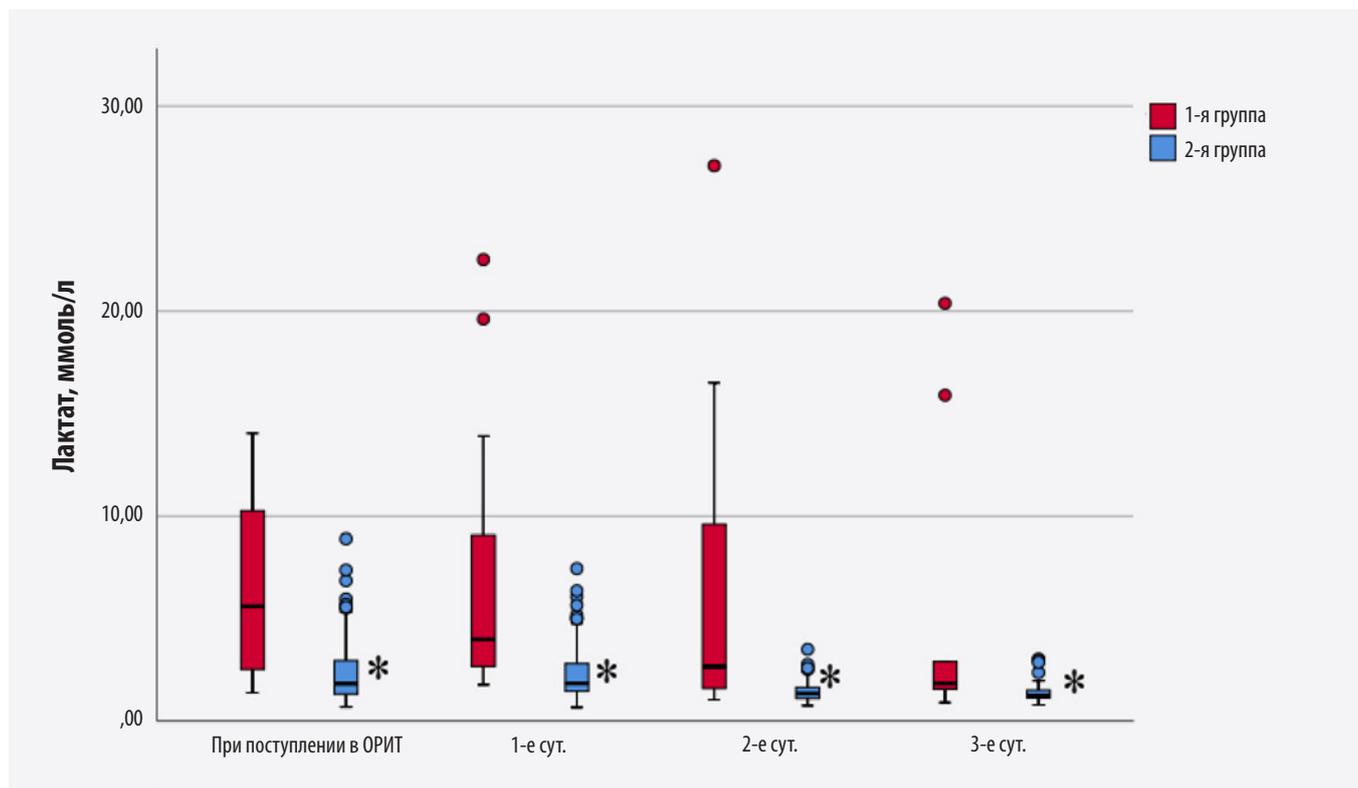


Рисунок 1. Динамика уровня лактата
 * – $p < 0,05$, U-критерий Манна-Уитни
 Figure 1. Lactate level over time
 * – $P < .05$, Mann-Whitney U test

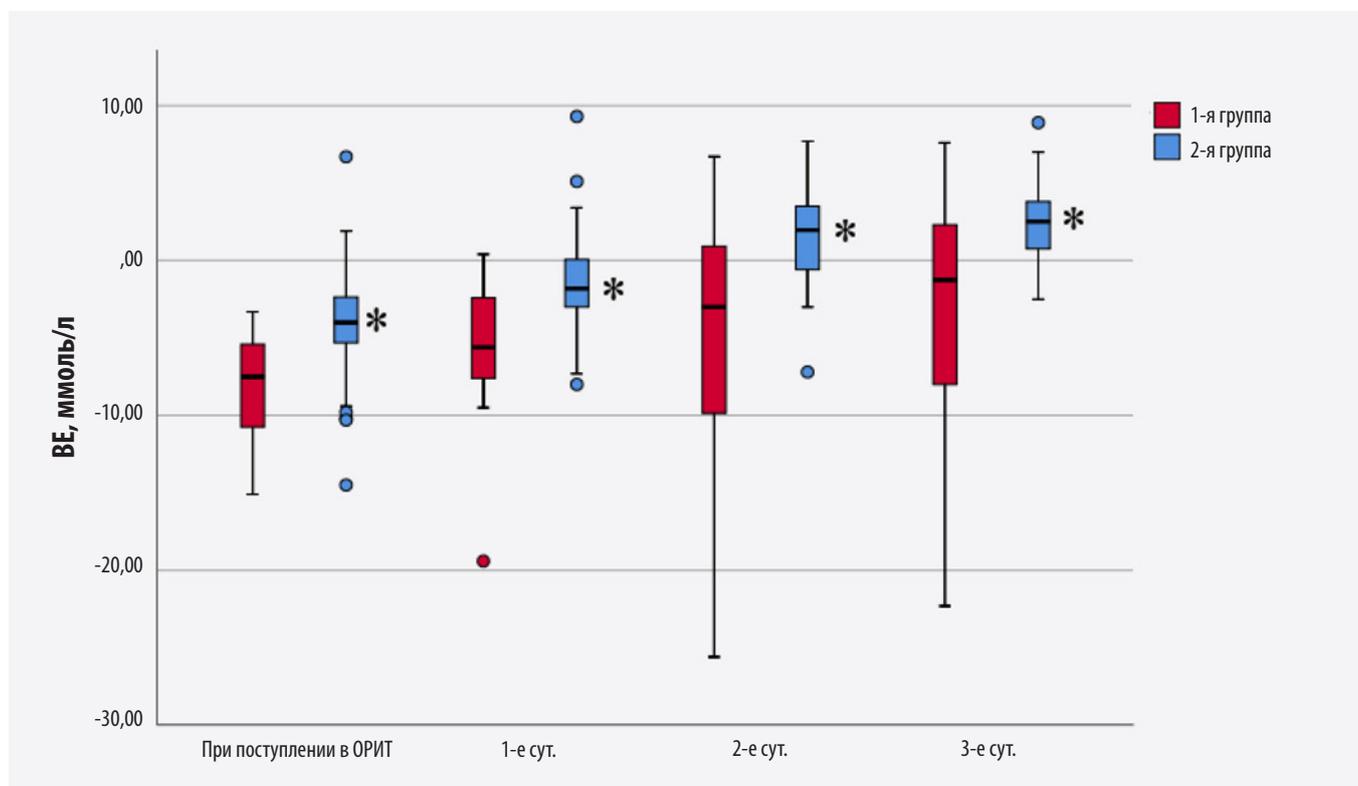


Рисунок 2. Динамика уровня дефицита оснований
 * – $p < 0,05$, U-критерий Манна-Уитни
 Figure 2. Base excess over time
 * – $P < .05$, Mann-Whitney U test

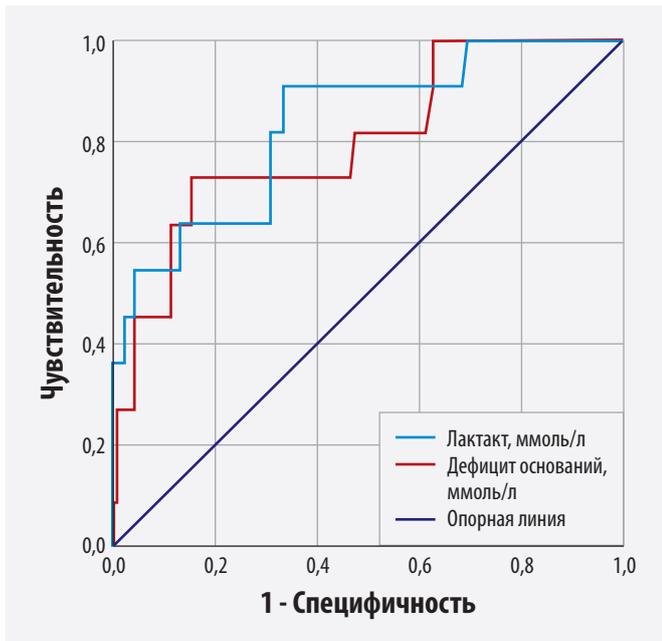


Рисунок 3. ROC-анализ взаимосвязи уровня лактата артериальной крови, дефицита оснований и летальности
Figure 3. ROC analysis of the relationship between arterial blood lactate levels, base excess, and mortality

Обсуждение

Гиперлактатемия типа А часто встречается у пациентов в критическом состоянии и обычно связана с кислородным дефицитом, возникающим в результате тканевой гипоксии и перехода на анаэробный гликолиз [8, 9]. При гиперлактатемии типа В признаки системной гипоперфузии не наблюдаются. Бета-адреномиметики, в частности адреналин, могут вызывать усиление гликолиза в скелетных мышцах, что приводит к увеличению выработки лактата. Другой причиной повышения уровня молочной кислоты может быть митохондриальная дисфункция, в основе которой могут лежать наследственные заболевания или влияние лекарственных препаратов. Дефицит тиамин также может привести к лактатацидозу, так как тиамин является необходимым кофактором для двух ключевых ферментов цикла Кребса: пируватдегидрогеназы и альфа-кетоглутаратдегидрогеназы. Нарушение печеночного клиренса лактата по причине острой или хронической печеночной недостаточности также приводит к значительному накоплению молочной кислоты в крови [10]. Высокий уровень молочной кислоты в отделениях интенсивной терапии связан с неблагоприятными исходами как у пациентов в критическом состоянии, так и у пациентов в послеоперационном периоде [11–14]. Гиперлактатемия после обширных хирургических вмешательств наблюдается довольно часто. Однако влияние дефицита оснований на летальность в отделении реанимации остается спорным [15, 16].

Повышение лактата связано с изменением микроциркуляции и развитием органной дисфункции [17].

Таким образом, гиперлактатемия может отражать вызванные воспалением микроциркуляторные изменения после операции. Хирургическое вмешательство вызывает сильную воспалительную реакцию с повышением уровня цитокинов. В исследовании R.S. Jawa и соавт. (2011) показали, что центральную роль при таких состояниях играет интерлейкин-6 [18]. В.C. Creagh-Brown и соавт. (2016) в крупном многоцентровом ретроспективном исследовании обнаружили, что внутрибольничная летальность была связана с повышенным уровнем лактата артериальной крови, причем не было разницы в плановой и экстренной хирургии. Положительная линейная взаимосвязь сохранялась вплоть до снижения уровня лактата ниже 2 ммоль/л [19]. В другом исследовании у пациентов после кардиохирургических оперативных вмешательств пороговым значением лактата был определен уровень 3,9 ммоль/л [20]. В нашем исследовании были получены сопоставимые результаты – уровень лактата артериальной крови выше 2,5 ммоль/л сопровождался повышением риска внутригоспитальной летальности.

Вопрос о лучшей прогностической ценности между уровнем лактата и дефицитом оснований до сих пор остается открытым. Исследования у пациентов с множественными травмами показали лучшую прогностическую значимость дефицита оснований по сравнению с лактатом [21]. С другой стороны, в исследовании у пациентов после операции никаких различий выявлено не было [22]. В недавнем исследовании В. Zante и соавт. (2018) также не выявили различий у пациентов кардиохирургического профиля [20]. В нашем исследовании уровень лактата артериальной крови и дефицит оснований были сопоставимы между собой при прогнозировании внутригоспитальной летальности.

Выводы

Уровень лактата артериальной крови и дефицит оснований одинаково обладают хорошей прогностической значимостью при прогнозировании внутригоспитальной летальности у пациентов, прооперированных на поджелудочной железе.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: В.А. Корячкин, Б.С. Эзугбая

Написание статьи: Б.С. Эзугбая, В.А. Аветисян, М.А. Джопуа, К.Б. Алмашова

Проведение статистического анализа: Б.С. Эзугбая, Г.С. Эзугбая, Д.Д. Шевчук

Исправление статьи: В.А. Корячкин, С.А. Федоров, Е.В. Зуев
Утверждение окончательной версии: В.А. Корячкин

Author contributions

Concept and design: Koriachkin, Ezugbaia

Manuscript drafting: Ezugbaia, Avetisian, Dzhopua, Almashova

Statistical analysis: Ezugbaia, Ezugbaya, Shevchuk

Manuscript revising: Koriachkin, Fedorov, Zuev

Final approval of the version to be published: Koriachkin

Литература/References

- Rahib L, Smith BD, Aizenberg R, Rosenzweig AB, Fleshman JM, Matrisian LM. Projecting cancer incidence and deaths to 2030: the unexpected burden of thyroid, liver, and pancreas cancers in the United States. *Cancer Res.* 2014;74(11):2913–2921. Published correction appears in *Cancer Res.* 2014;74(14):4006. PMID: 24840647. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-14-0155>
- Hartwig W, Werner J, Jäger D, Debus J, Büchler MW. Improvement of surgical results for pancreatic cancer. *Lancet Oncol.* 2013;14(11):e476–e485. PMID: 24079875. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70172-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70172-4)
- Huang L, Jansen L, Balavarca Y, et al. Resection of pancreatic cancer in Europe and USA: an international large-scale study highlighting large variations. *Gut.* 2019;68(1):130–139. PMID: 29158237. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314828>
- Hackert T, Sachsenmaier M, Hinz U, et al. Locally advanced pancreatic cancer: neoadjuvant therapy with folfirinol results in resectability in 60% of the patients. *Ann Surg.* 2016;264(3):457–463. PMID: 27355262. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001850>
- Kogan A, Preisman S, Bar A, et al. The impact of hyperlactatemia on postoperative outcome after adult cardiac surgery. *J Anesth.* 2012;26(2):174–178. PMID: 22113490. <https://doi.org/10.1007/s00540-011-1287-0>
- Scheeren TW, Wiesenack C, Gerlach H, Marx G. Goal-directed intraoperative fluid therapy guided by stroke volume and its variation in high-risk surgical patients: a prospective randomized multicentre study. *J Clin Monit Comput.* 2013;27(3):225–233. PMID: 23558909. <https://doi.org/10.1007/s10877-013-9461-6>
- Futier E, Constantin JM, Petit A, et al. Conservative vs restrictive individualized goal-directed fluid replacement strategy in major abdominal surgery: A prospective randomized trial. *Arch Surg.* 2010;145(12):1193–1200. PMID: 21173294. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2010.275>
- Kopp R, Dommann K, Rossaint R, et al. Tissue oxygen saturation as an early indicator of delayed lactate clearance after cardiac surgery: a prospective observational study. *BMC Anesthesiol.* 2015;15:158. PMID: 26518485. PMCID: PMC4628313. <https://doi.org/10.1186/s12871-015-0140-7>
- Spiliotis J, Halkia E, Zouridis A, et al. Serum lactate as predictor of morbidity, mortality and long term survival in patients undergoing cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy. *Case Studies in Surgery.* 2015;1(1):41–46. <https://doi.org/10.5430/css.v1n1p41>
- Hernandez G, Bellomo R, Bakker J. The ten pitfalls of lactate clearance in sepsis. *Intensive Care Med.* 2019;45(1):82–85. PMID: 29754310. PMCID: PMC6334727. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5213-x>
- Haas SA, Lange T, Saugel B, et al. Severe hyperlactatemia, lactate clearance and mortality in unselected critically ill patients. *Intensive Care Med.* 2016;42(2):202–210. PMID: 26556617. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-4127-0>
- Schefold JC, Filippatos G, Hasenfuss G, Anker SD, von Haehling S. Heart failure and kidney dysfunction: epidemiology, mechanisms and management. *Nat Rev Nephrol.* 2016;12(10):610–623. PMID: 27573728. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2016.113>
- Renew JR, Barbara DW, Hyder JA, Dearani JA, Riveira M, Pulido JN. Frequency and outcomes of severe hyperlactatemia after elective cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2016;151(3):825–830. PMID: 26687885. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.10.063>
- Andersen LW, Holmberg MJ, Doherty M, et al. Postoperative lactate levels and hospital length of stay after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015;29(6):1454–1460. PMID: 26456273. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2015.06.007>
- Gale SC, Kocik JF, Creath R, Crystal JS, Dombrowskiy VY. A comparison of initial lactate and initial base deficit as predictors of mortality after severe blunt trauma. *J Surg Res.* 2016;205(2):446–455. PMID: 27664895. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.06.103>
- Pfortmueller CA, Uehlinger D, von Haehling S, Schefold JC. Serum chloride levels in critical illness—the hidden story. *Intensive Care Med Exp.* 2018;6(1):10. PMID: 29654387. PMCID: PMC5899079. <https://doi.org/10.1186/s40635-018-0174-5>
- Hernandez G, Boerma EC, Dubin A, et al. Severe abnormalities in microvascular perfused vessel density are associated to organ dysfunctions and mortality and can be predicted by hyperlactatemia and norepinephrine requirements in septic shock patients. *J Crit Care.* 2013;28(4):538.e9–538.e5.38E14. PMID: 23566729. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.11.022>
- Jawa RS, Anillo S, Huntoon K, Baumann H, Kulaylat M. Analytic review: interleukin-6 in surgery, trauma, and critical care: part I: basic science. *J Intensive Care Med.* 2011;26(1):3–12. PMID: 21262749. PMCID: PMC6209321. <https://doi.org/10.1177/0885066610395678>
- Creagh-Brown BC, De Silva AP, Ferrando-Vivas P, Harrison DA. Relationship between peak lactate and patient outcome following high-risk gastrointestinal surgery: influence of the nature of their surgery: elective versus emergency. *Crit Care Med.* 2016;44(5):918–925. PMID: 26757164. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001567>
- Zante B, Reichenspurner H, Kubik M, Kluge S, Schefold JC, Pfortmueller CA. Base excess is superior to lactate-levels in prediction of ICU mortality after cardiac surgery. *PLoS One.* 2018;13(10):e0205309. PMID: 30289956. PMCID: PMC6173442. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205309>
- Davis JW, Dirks RC, Kaups KL, Tran P. Base deficit is superior to lactate in trauma. *Am J Surg.* 2018;215(4):682–685. PMID: 29409590. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.01.025>
- Martin MJ, FitzSullivan E, Salim A, Brown CV, Demetriades D, Long W. Discordance between lactate and base deficit in the surgical intensive care unit: which one do you trust?. *Am J Surg.* 2006;191(5):625–630. PMID: 16647349. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2006.02.014>

Сведения об авторах

Эзугбая Бека Сосоевич, к. м. н., врач – анестезиолог-реаниматолог, отделение реанимации и интенсивной терапии, АО «Ильинская Больница» (г.о. Красногорск, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-0271-4643>

Аветисян Ваагн Ашотович, к. м. н., врач – анестезиолог-реаниматолог, отделение анестезиологии, АО «Ильинская Больница» (г.о. Красногорск, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6555-7369>

Джопуа Максим Астамурович, врач – анестезиолог-реаниматолог, отделение анестезиологии-реаниматологии, Клинический госпиталь «Лапино» (Лапино, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-9950-2814>

Эзугбая Георгий Сосоевич, студент 6-го курса, педиатрический факультет, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0004-4176-4557>

Алмашова Карина Булатовна, студентка 6-го курса, лечебный факультет, Ярославский государственный медицинский университет (Ярославль, Россия). <https://orcid.org/0009-0008-3905-1493>

Шевчук Даниил Дмитриевич, студент, лечебный факультет, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5881-8767>

Федоров Сергей Александрович, к. м. н., заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии, АО «Ильинская Больница» (г.о. Красногорск, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-8214-9826>

Зуев Евгений Владимирович, заведующий отделением анестезиологии, АО «Ильинская Больница» (г.о. Красногорск, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-2787-8118>

Корячкин Виктор Анатольевич, д. м. н., профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии им. проф. В.И. Гордеева, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-3400-8989>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Beka S. Ezugbaia, Cand. Sci. (Med), Anesthesiologist-Intensivist, Intensive Care Division, Ilyinskaya Hospital (Krasnogorsk municipal district, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-0271-4643>

Vaagn A. Avetisian, Cand. Sci. (Med), Anesthesiologist-Intensivist, Anesthesiology Division, Ilyinskaya Hospital (Krasnogorsk municipal district, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-6555-7369>

Maksim A. Dzhopua, Anesthesiologist-Intensivist, Anesthesiology and Resuscitation Division, Lapino Clinical Hospital (Lapino, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-9950-2814>

Georgiy S. Ezugbaya, 6th Year Student, Faculty of Pediatrics, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0004-4176-4557>

Karina B. Almashova, 6th Year Student, Faculty of Medicine, Yaroslavl State Medical University (Yaroslavl, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0008-3905-1493>

Daniil D. Shevchuk, Student, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5881-8767>

Sergey A. Fedorov, Cand. Sci. (Med.), Head of the Intensive Care Division, Ilyinskaya Hospital (Krasnogorsk municipal district, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-8214-9826>

Evgeniy V. Zuev, Head of the Anesthesiology Division, Ilyinskaya Hospital (Krasnogorsk municipal district, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-2787-8118>

Victor A. Koriachkin, Dr. Sci. (Med.), Professor at the Anesthesiology, Intensive Care, and Emergency Pediatrics Department named after V.I. Gordeev, Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-3400-8989>

Conflict of interest: *none declared.*