



Стратегии инфузионной терапии при панкреатодуоденальной резекции (обзор литературы)

Б. Ф. РАХМАТУЛЛИН¹, В. И. ЕГОРОВ^{1, 2*}, Ф. Ш. АХМЕТЗЯНОВ^{1, 2}, А. В. ПАШЕЕВ²

¹ Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Российская Федерация

² Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ имени профессора М. З. Сигала, г. Казань, Российская Федерация

Поступила в редакцию 08.12.2025 г.; дата рецензирования 25.01.2026 г.

РЕЗЮМЕ

Введение. Инфузионная терапия является неотъемлемым компонентом анестезиологического и реанимационного обеспечения в раннем периоперационном периоде при абдоминальных онкологических операциях. Проблема оптимизации инфузионной терапии (ИТ) остается особенно актуальной в гепатопанкреатобилиарной хирургии, в частности при выполнении панкреатодуоденальной резекции (ПДР). В настоящее время в научном сообществе отсутствует единое мнение относительно оптимального режима и стратегии ИТ при ПДР.

Цель – анализ клинической эффективности разных стратегий ИТ при ПДР.

Материалы и методы. Проведен обзор исследований, систематических обзоров и метаанализов, клинических рекомендаций, посвященных вопросам ИТ при ПДР. Поиск осуществляли в поисковых системах Pubmed, Cochrane Controlled Clinical Trials Register, Google Scholar и eLibrary (для российских авторов). Преимущественно рассматривались исследования за последние десять лет. Критерии включения в обзор: полнотекстовые публикации, сравнивающие рестриктивную, целенаправленную и либеральную периоперационную инфузионную терапию у пациентов, перенесших ПДР. Критерии исключения: дубликаты, резюме, тезисные публикации без полнотекстового варианта, публикации, не касающиеся цели исследования.

Результаты. Периоперационная инфузионная терапия является критически важным фактором, существенно влияющим на исходы ПДР. Как избыточный (либеральный), так и чрезмерно ограничительный режим инфузии сопряжены с повышенным риском послеоперационных осложнений, в том числе специфических для ПДР. Оптимальная стратегия ИТ при ПДР должна быть сбалансированной, избегая как гипер-, так и гиповолемии, и учитывать индивидуальные факторы риска пациента (диаметр панкреатического протока, консистенцию железы, уровень альбумина).

Заключение. Современный подход к стратегии ИТ при ПДР должен быть персонализированным, физиологически обоснованным и динамически контролируемым и основываться на постоянной оценке баланса между обеспечением адекватной органной перфузии и предотвращением ятрогенной гипергидратации.

Ключевые слова: целенаправленная инфузионная терапия, панкреатодуоденальная резекция, панкреатический свищ, послеоперационные осложнения

Для цитирования: Рахматуллин Б. Ф., Егоров В. И., Ахметзянов Ф. Ш., Пашеев А. В. Стратегии инфузионной терапии при панкреатодуоденальной резекции (обзор литературы) // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2026. – Т. 23, № 2. – С. 71–81. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-2-71-81>.

Strategies for infusion therapy in pancreaticoduodenectomy (literature review)

BULAT F. RAKHMATULLIN¹, VASILYI I. EGOROV^{1, 2*}, FOAT SH. AKHMETZYANOV^{1, 2}, ARTUR V. PASHEEV²

¹ Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

² Republican Clinical Oncology Dispensary named after Professor M. Z. Sigal, Kazan, Russian Federation

Received 08.12.2025; review date 25.01.2026

ABSTRACT

Introduction. Fluid therapy is an integral component of anesthetic and resuscitation management in the early perioperative period following abdominal oncological surgery. Optimizing fluid therapy remains particularly challenging in hepatopancreatobiliary surgery, particularly during pancreaticoduodenectomy (PD). Currently, there is no consensus in the scientific community regarding the optimal regimen and strategy for fluid therapy during PD.

The objective was to analyze the clinical efficacy of different infusion therapy strategies in PD.

Materials and methods. A review of studies, systematic reviews, meta-analyses, and clinical guidelines on fluid therapy during pancreaticoduodenectomy was conducted. The search was conducted using PubMed, the Cochrane Controlled Clinical Trials Register, Google Scholar, and e-Library (for Russian authors). Studies from the past ten years were primarily reviewed. Inclusion criteria for the review were text publications comparing restrictive, targeted, and liberal perioperative fluid therapy in patients undergoing PD. Exclusion criteria were duplicates, abstracts, abstracts without a full-text version, and publications not related to the study objective.

Results. Perioperative fluid therapy is a critical factor significantly affecting PD outcomes. Both excessive (liberal) and overly restrictive fluid regimens are associated with an increased risk of postoperative complications, including those specific to PD. An optimal fluid therapy strategy for PD should be balanced, avoiding both hyper- and hypovolemia, and take into account individual patient risk factors (pancreatic duct diameter, pancreatic consistency, albumin level).

Conclusion. A modern approach to the strategy of infusion therapy in PD should be personalized, physiologically justified and dynamically controlled and based on a constant assessment of the balance between ensuring adequate organ perfusion and preventing iatrogenic hyperhydration.

Keywords: goal-directed infusion therapy, pancreaticoduodenectomy, pancreatic fistula, postoperative complications

For citation: Rakhmatullin B. F., Egorov V. I., Akhmetzyanov F. Sh., Pashchev A. V. Strategies for infusion therapy in pancreaticoduodenectomy (literature review). Messenger of Anesthesiology and Resuscitation, 2026, Vol. 23, № 2, P. 71–81. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-2-71-81>.

* Для корреспонденции:
Василий Иванович Егоров
E-mail: drvasiliy21@gmail.com

* Correspondence:
Vasily I. Egorov
E-mail: drvasiliy21@gmail.com

Введение

Инфузионная терапия является неотъемлемым компонентом анестезии и последующей интенсивной терапии в раннем периоперационном периоде при абдоминальных онкологических операциях [35]. На первый взгляд, ее задача представляется достаточно простой – поддержание водно-электролитного баланса организма с учетом интраоперационных потерь жидкости для обеспечения нормальных физиологических параметров [4]. Однако оценка этих потерь является сложной и должна учитывать множество факторов, включая кровопотерю, перспирационные потери во время лапаротомии, а также секвестрацию жидкости во внесосудистое пространство, известную как «эффект третьего пространства» [1, 31].

Объем вводимых растворов оказывает значимое влияние на непосредственные исходы хирургических вмешательств [37]. Проблема оптимизации инфузионной терапии (ИТ) остается особенно актуальной в гепатопанкреатобилиарной хирургии, в частности при выполнении панкреатодуоденальной резекции (ПДР) [28]. ПДР представляет собой продолжительное и травматичное оперативное вмешательство, сопряженное с риском интраоперационного кровотечения и высокой частотой послеоперационных осложнений (40–60%), даже в условиях специализированных центров [47]. Следовательно, выбор стратегии ИТ в рамках анестезии при ПДР чрезвычайно важен [44].

Объем периоперационной ИТ может негативно влиять на ближайшие результаты операции и непосредственные исходы, увеличивая риск сердечно-сосудистых и легочных осложнений, нарушений функции почек, несостоятельности анастомозов, формирования послеоперационных панкреатических свищей (ПС) и развития пареза кишечника [7, 22].

Оценка индивидуальной потребности в жидкости затруднена. При этом доказано, что рестриктивные протоколы ИТ позволяют достичь оптимального волемического статуса [3]. Целенаправленная ИТ, являющаяся элементом протоколов ускоренной реабилитации (ERAS) после операции, обычно требует инвазивного мониторинга сердечного выброса, что ограничивает ее широкое применение в клинической практике [26]. Тем не менее, исследования, в которых контроль инфузии включен в комплекс ERAS при ПДР, демонстрируют снижение частоты послеоперационных осложнений [30].

На выбор стратегии ИТ влияет множество факторов. К ним относятся антропометрические показатели, наличие механической желтухи, холангита, методы желчеотведения в предоперационном периоде, характер сопутствующих заболеваний и индекс коморбидности, нарушение нутритивного статуса, наличие саркопении. Указанные факторы в значительной степени определяют выраженность транскпиллярной утечки, состояние венозного тонуса

и миокарда, а также параметры пред- и постнагрузки. Эти патофизиологические условия формируют ключевые компоненты ИТ, от которых зависит не столько объемная потребность, сколько переносимость и безопасность инфузии [3, 26, 30]. Значительная гетерогенность больных, обусловленная вышеперечисленными факторами, является одной из причин отсутствия единого мнения относительно оптимального режима и стратегии ИТ при ПДР, требующего разработки персонализированного подхода.

Цель исследования – анализ клинической эффективности разных стратегий ИТ при панкреатодуоденальной резекции.

Материалы и методы

Был проведен обзор исследований, систематических обзоров и метаанализов, клинических рекомендаций, посвященных вопросам ИТ при ПДР. Поиск осуществляли в поисковых системах Pubmed, Cochrane Controlled Clinical Trials Register, Google Scholar и eLibrary (для российских авторов). Преимущественно рассматривали исследования за последние десять лет. **Критерии включения** в обзор: полнотекстовые публикации, сравнивающие рестриктивную, целенаправленную и либеральную периоперационную ИТ у пациентов, перенесших ПДР. **Критерии исключения:** дубликаты, резюме, тезисные публикации без полнотекстового варианта, публикации, не касающиеся цели исследования. Поиск осуществляли по ключевым словам «perioperative fluid management pancreatoduodenectomy complications», «restrictive vs liberal fluid therapy Whipple procedure», «postoperative pancreatic fistula fluid overload», «goal-directed therapy pancreatic surgery», «fluid balance pancreatoduodenectomy outcomes», «инфузионная терапия панкреатодуоденальная резекция осложнения», «водный баланс после операции Уиппла», «несостоятельность анастомоза», «инфузионная терапия».

Результаты

На настоящий момент принято выделять три основные стратегии периоперационной ИТ: либеральную, целенаправленную и рестриктивную. Выбор конкретной тактики на практике определяется сложившимися клиническими протоколами, индивидуальным опытом и предпочтениями анестезиолога, а также доступностью необходимого мониторингового оборудования [1].

Современный анализ критериев рестриктивной и либеральной ИТ требует учета не только кумулятивного жидкостного баланса, но и широкого спектра клинико-физиологических параметров, отражающих индивидуальные потребности пациента и риски, связанные с инфузионной нагрузкой [26].

Классические подходы к ИТ исторически опирались на статические показатели (центральное

венозное давление, кумулятивный объем инфузии, давление заклинивания легочной артерии). Однако последние крупные рандомизированные исследования (CLASSIC, CLOVERS) и современные рекомендации подчеркивают, что ни рестриктивная, ни либеральная стратегия не демонстрируют однозначного преимущества по выживаемости или частоте органных осложнений, если не учитывать индивидуальные параметры гипоперфузии и гемодинамики [13, 34, 48].

В рестриктивных протоколах инфузия ограничивается и проводится только при наличии объективных признаков выраженной гипоперфузии (уровень лактата > 4 ммоль/л, снижение среднего артериального давления < 50 мм рт. ст., выраженная олигурия, клинические признаки периферической вазоконстрикции). Либеральные стратегии допускают более свободное введение жидкости при наличии клинических признаков улучшения гемодинамики, но с обязательным контролем признаков перегрузки (отек легких, положительный водный баланс, ухудшение функции органов) [34, 48].

Ключевым элементом современного подхода является динамическая оценка параметров микроциркуляции и гемодинамики, включая вариацию ударного объема, пульсовое давление, пробное болюсное введение жидкости с оценкой прироста сердечного выброса, вариация ударного объема при пробе с пассивным подъемом ног, которые превосходят статические маркеры по способности предсказать ответ на инфузию [8, 36].

Результаты применения различных стратегий инфузионной терапии при ПДР

L. Weinberg et al. (2017) оценили эффективность целенаправленной ИТ и либеральной ИТ у больных, перенесших ПДР. Интраоперационный положительный баланс жидкости составил 1005 мл (475–1873) в группе целенаправленной ИТ против 3300 мл (2474–3874) в группе либеральной ИТ ($p < 0,0001$). Медиана объема вводимой интраоперационной жидкости также была ниже в группе целенаправленной ИТ: 2050 мл (1313–2700) против 4088 мл (3400–4525), $p < 0,0001$. Баланс жидкости в 1-й послеоперационный день составил 1661 мл (1253–2041) в группе целенаправленной ИТ против 1177 мл (704–1725) в группе либеральной ИТ ($p = 0,178$). Баланс жидкости во 2-й послеоперационный день также был схожим между группами: 334 мл (–426–884) в группе целенаправленной ИТ против 212 мл (–767, 636) в группе либеральной ИТ ($p = 0,239$). Медиана продолжительности пребывания в стационаре составила 9,5 (7,0–4,3) дней в группе целенаправленной ИТ по сравнению с 12,5 (9,0–22,3) днями в группе либеральной ИТ (ОР 0,64 (95% ДИ: 0,48–0,85; $p = 0,002$). При этом общая частота осложнений в обеих группах не отличалась [45].

В ретроспективном исследовании J. Gilgien et al. (2020) оценивались периоперационное внутри-

венное введение жидкости, частота осложнений и комплексный индекс осложнений после ПДР. Внутривенное введение более 4400 мл жидкости в течение первых 24 часов после ПДР было независимым предиктором общих послеоперационных осложнений (ОШ 4,40 (95% ДИ: 1,47–13,19; $p = 0,008$). У пациентов, получавших ≥ 4400 мл, отмечалось увеличение общей частоты осложнений (94% против 77%; $p < 0,001$), особенно легочных (31% против 16%; $p = 0,037$), а также более высокая медиана индекса осложнений (33,7 против 26,2; $p = 0,041$). В ходе настоящего исследования не было выявлено статистически значимой связи между объемом периоперационной инфузии и развитием специфических для поджелудочной железы осложнений, таких как гастростаз и ПС. Авторы пришли к выводу, что пороговое значение общего суточного объема периоперационной инфузии в 4400 мл (при медиане скорости введения 9 мл·кг⁻¹·ч⁻¹ (7–11)) может служить полезным прогностическим индикатором для ведения пациентов, перенесших ПДР [17].

В систематическом обзоре и метаанализе ($n = 3062$), проведенном M. L. Garland et al. (2019), было проанализировано влияние стратегии ИТ при ПДР. В группу с рестриктивным протоколом ИТ было включено 1579 пациентов (52%), в группу либеральной ИТ – 1483 пациента (48%). Отмечено статистически значимое снижение послеоперационной летальности в группе с рестриктивной ИТ по сравнению с группой либеральной ИТ во всей объединенной когорте (ОШ 0,54; 95% ДИ 0,31–0,94; $p = 0,03$). Однако по следующим исходам достоверных различий между группами выявлено не было: продолжительность госпитализации, частота сердечно-сосудистых и легочных осложнений, развитие ПС, гастростаза, инфекционных осложнений. Классификация пациентов на группы рестриктивной ИТ и либеральной ИТ в рассмотренных исследованиях проводилась по различным критериям. В шести исследованиях использовался показатель скорости инфузии (пороговые значения: 5, 6, 8,2, 10, 10 и 13,95 мл·кг⁻¹·ч⁻¹). В трех исследованиях разделение основывалось на общем балансе жидкости, еще в трех – на медианном объеме инфузии (6000 мл). В одном исследовании применялась стратегия, исключая аутологичную нормоволемическую гемодилюцию [15].

В ретроспективном анализе O. S. Eng et al. (2017) ($n = 124$) сообщается о значительном увеличении частоты легочных осложнений (29% против 5%; $p < 0,01$) у пациентов, перенесших ПДР, при интраоперационной скорости инфузии $> 13,95$ мл·кг⁻¹·ч⁻¹ по сравнению с группой, получившей меньший объем. У пациентов с высокой скоростью инфузии ($> 13,95$ мл·кг⁻¹·ч⁻¹) и уровнем альбумина $\leq 3,0$ г/дл статистически значимо чаще регистрировались дыхательная недостаточность ($p < 0,05$), гастростаз ($p < 0,05$) и сепсис ($p < 0,05$). Авторы пришли к заключению, что пациенты с исходной гипоальбуминемией ($\leq 3,0$ г/дл) имеют повышенный риск раз-

вития тяжелых осложнений ($p = 0,01$) и составляют группу особого риска в отношении неблагоприятных последствий волемиической перегрузки [12].

В ретроспективном одноцентровом когортном исследовании В. Kulemann et al. (2017) ($n = 553$) был проведен анализ влияния объема периоперационной инфузии на частоту послеоперационных осложнений у пациентов, перенесших ПДР. Пациенты были стратифицированы на четыре подгруппы в зависимости от интраоперационного объема введенной жидкости (≤ 6000 мл или > 6000 мл) и ее общего количества за первые пять послеоперационных суток ($\leq 14\ 000$ мл или $> 14\ 000$ мл). Общая госпитальная летальность составила 1,9% и не ассоциировалась с объемом ИТ. Пациенты, получившие интраоперационно > 6000 мл жидкости, продемонстрировали значимое увеличение частоты: общих осложнений (66% против 54%; $p = 0,006$), ранних инфекций (20% против 14%; $p = 0,049$), внутрибрюшных абсцессов (15% против 8%; $p = 0,020$), а также потребности в послеоперационных инвазивных вмешательствах ($p = 0,007$). Аналогичная закономерность наблюдалась при анализе суммарной пятисуточной инфузии. У пациентов с объемом $> 14\ 000$ мл, по сравнению с группой $\leq 14\ 000$ мл, статистически значимо чаще отмечались: общие осложнения (71% против 50%; $p < 0,001$), специфические осложнения (инфекционные, ПС, гастростаз, кровотечение), необходимость в релапаротомии ($p < 0,05 - p < 0,001$) [27].

В ретроспективном исследовании L. K. Winer et al. (2018) было показано, что высокий положительный баланс жидкости за первые 72 часа является независимым предиктором формирования ПС после ПДР. У пациентов в высшем терциле по данному показателю частота развития свищей была значимо выше по сравнению с пациентами в среднем и низшем терцилях (31,4% против 11,4% и 8,8% соответственно; $p = 0,02$). Многофакторный анализ подтвердил, что увеличение чистого баланса жидкости остается значимо ассоциированным с риском возникновения данного осложнения (ОР 1,26; 95% ДИ: 1,03–1,55; $p = 0,03$) [46].

В исследование S. Ikuta et al. (2023) рассчитывались интраоперационный и послеоперационный положительный баланс жидкости до третьих суток после операции, а его прогностическая значимость в отношении формирования ПС оценивалась с помощью анализа ROC-кривых. ПС был диагностирован у 60 пациентов (24,7%). ROC-анализ выявил наибольшую прогностическую ценность для совокупного объема положительного баланса жидкости в первые и вторые послеоперационные сутки с пороговым значением 1585 мл (площадь под кривой, AUC = 0,74). Частота развития ПС была статистически значимо выше у пациентов с положительным балансом жидкости ≥ 1585 мл по сравнению с группой с меньшим балансом (48,3% против 11,0%; $p < 0,001$). Повышенный положительный баланс жидкости оставался независимым фактором

риска как в нескорректированном многофакторном анализе (ОШ 8,0; $p < 0,001$), так и в анализах с поправкой: в однофакторном (ОШ 4,2; $p < 0,001$) и многофакторном (ОШ 6,1; $p < 0,001$) [23].

В ходе исследования Н. Zhang et al. (2022) была выявлена связь между положительным балансом жидкости и послеоперационными осложнениями, а также летальностью у пациентов, перенесших ПДР ($n = 301$). Общая частота осложнений и летальности в когорте составили 56,5% и 3,7% соответственно. Наиболее частыми осложнениями являлись ПС (31,9%) и гастростаз (31,6%). Пациенты с более высоким положительным балансом жидкости в интервалах 0–24, 24–48 и 48–72 часа после операции имели статистически значимо более высокий уровень осложнений и более длительную госпитализацию по сравнению с пациентами с низким балансом ($p < 0,05$ для всех сравнений). Суммарный положительный баланс, превышающий 4212 мл за период 0–72 часа, был в значительной степени ассоциирован с развитием осложнений ($p < 0,001$). Оптимальными пороговыми значениями для минимизации риска были определены: 1730 мл за 0–24 часов, 1684 мл за 24–48 часов и 616 мл за 48–72 часов после операции [50].

Ретроспективное исследование I. W. Han et al. (2017), посвященное анализу периоперационной ИТ у пациентов ($n = 182$), перенесших ПДР, показало, что увеличение объема вводимой жидкости коррелирует с ростом частоты послеоперационных осложнений. Плановой скоростью интраоперационной инфузии была установлена величина $12,5 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$. На основе сравнения фактического объема с расчетным пациенты были разделены на группу с высоким ($n = 98$) и низким ($n = 84$) интраоперационным объемом жидкости. Частота развития ПС в группе с низким интраоперационным объемом жидкости была статистически значимо ниже (15,5% против 27,6%; $p = 0,048$). По результатам многофакторного анализа независимыми факторами риска развития ПС были определены: высокий интраоперационным объемом жидкости (ОР 5,501; 95% ДИ 1,624–18,632; $p = 0,006$) и малый диаметр (< 4 мм) панкреатического протока (ОР 4,129; 95% ДИ 1,569–14,658; $p = 0,035$) [20].

О. С. Власенко и др. (2025) показали, что точная инфузия $< 4,5$ мл на 1 кг массы тела в час (ОШ 3,938 (95% ДИ: 1,461–10,614; $p = 0,025$) и доля ацинарных структур $\geq 65\%$ (ОШ 12,889 (95% ДИ: 4,285–38,772; $p = 0,001$) – предикторы образования ПС типа В, доля ацинарных структур $\geq 65\%$ – предикторы осложнений III степени и выше по Clavien–Dindo (ОШ 1,487 (95% ДИ: 3,853–34,243; $p = 0,003$) [2]. Результаты данного исследования говорят о важности не только гиперволемии при перегрузке объемом инфузии, но и гиповолемии.

В статье E. Vannone et al. (2018) отмечено, что у пациентов с высоким риском развития ПС, в том числе «мягкой» поджелудочной железой при выполнении ПДР интраоперационное введение жидко-

сти в объеме ≤ 3 мл на 1 кг массы тела в час привело к увеличению частоты острого панкреатита (24,6% против 0%, $p = 0,04$) и ПС (27,6 против 11,4%, $p = 0,05$). Авторами был сделан вывод, что «мягкая» поджелудочная железа чрезвычайно восприимчива к ишемии, и даже транзиторная гипоперфузия может привести к панкреонекрозу [6].

Крайне рестриктивные режимы ИТ также могут оказывать неблагоприятное влияние на частоту осложнений в ходе обширных плановых абдоминальных операций. В частности, в исследовании «RELIEF» была отмечена повышенная частота острого повреждения почек, ассоциированного с ограничительным режимом инфузии (8,6% в группе рестриктивной ИТ против 5,0% в группе либеральной ИТ), у пациентов высокого риска [30]. Следует подчеркнуть, что в рамках данного исследования медиана общего объема внутривенной жидкости, введенной интраоперационно и в течение первых 24 послеоперационных часов, составила 3700 мл в группе рестриктивной ИТ и 6000 мл в группе либеральной ИТ [33].

В многоцентровом РКИ OPTIMISE II (2024) оценивались клиническая эффективность и безопасность периоперационного алгоритма либеральной ИТ и целенаправленной ИТ, контролируемой по сердечному выбросу, у пациентов, перенесших обширные абдоминальные операции ($n = 2498$). Исследование не выявило значимых различий в частоте послеоперационных инфекционных осложнений в течение 30 дней после рандомизации: 289/1247 (23,2%) в группе целенаправленной ИТ против 283/1247 (22,7%) в группе либеральной ИТ (ОШ 1,03; 95% ДИ 0,84–1,25; $p = 0,81$). Не было обнаружено статистически значимых различий между группами и по острому повреждению почек и летальности в течение 180 дней наблюдения [10].

Интерпретация полученных данных

Проведенный обзор литературы выявил весьма интересный и существенный недостаток исследований касательно роли ИТ при периоперационном введении ПДР. Большинство работ оперируют понятиями общего жидкостного баланса показателей расчета инфузии ($\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) и попыток привязать к этим показателям непосредственные исходы операций (длительность койко-дня в отделении реанимации, в стационаре, сердечно-сосудистые и дыхательные осложнения, специфические для ПДР хирургические осложнения, уровень летальности) без, за редким исключением, анализа индивидуальных особенностей пациентов. Современные рекомендации акцентируют внимание на необходимости взвешивать потенциальные преимущества инфузии и риски для каждого пациента [13, 36, 45].

Таким образом, выбор между рестриктивной и либеральной инфузионной стратегией должен основываться на комплексной оценке клинических, лабораторных и инструментальных параметров, от-

ражающих текущий гемодинамический статус, микроциркуляцию и функцию органов, а не только на кумулятивном балансе жидкости и показателе расчета инфузии ($\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$). Такой подход должен минимизировать риски перегрузки и оптимизировать перфузию органов, что подтверждается результатами последних крупных исследований и консенсусом международных рекомендаций [8, 13, 34, 36, 48].

В контексте ПДР целенаправленная ИТ требует точного мониторинга гемодинамики для оптимизации объема и скорости инфузии, минимизации осложнений и улучшения исходов. Сравнительный анализ классических статических и современных динамических методов мониторинга демонстрирует существенные различия в их прогностической ценности и клинической применимости.

Классические статические методы, такие как центральное венозное давление, давление заклинивания легочной артерии, а также базовые показатели жизненных функций, традиционно использовались для оценки преднагрузки и объема циркулирующей жидкости. Однако многочисленные исследования показали, что статические параметры плохо предсказывают способность сердечно-сосудистой системы увеличить сердечный выброс в ответ на инфузию. Их использование связано с риском как гиповолемии, так и перегрузки жидкостью, поскольку они не отражают динамические изменения гемодинамики в реальном времени [38, 39, 42].

Динамические методы мониторинга основываются на анализе вариаций ударного объема, пульсового давления, а также функциональных проб (например, пассивный подъем ног, мини-инфузионные тесты). Эти параметры оценивают реакцию сердечно-сосудистой системы на изменения преднагрузки, что позволяет более точно определять необходимость и эффективность ИТ. Динамические показатели доказали свою превосходящую прогностическую ценность по сравнению со статическими методами, особенно у пациентов на искусственной вентиляции легких с адекватным дыхательным объемом. В частности, вариация ударного объема и пульсового давления при механической вентиляции являются надежными предикторами ответа на инфузию и рекомендованы для использования в протоколах целенаправленной ИТ при крупных абдоминальных операциях, включая ПДР [25, 38]. Статические методы могут использоваться как вспомогательные, но не должны быть единственным критерием для принятия решений о ИТ [25, 38].

Крайне важным является понимание того, что больные, подвергающиеся ПДР, являются крайне гетерогенными по разным показателям, например, по антропометрическим данным, наличию механической желтухи, холангита, выбору метода желчеотведения в предоперационном периоде, характеру и выраженности сопутствующих заболеваний и индексу коморбидности, нарушению нутритивного статуса, наличию саркопении, что требует учета данных факторов при выборе стратегии ИТ.

Индекс массы тела, наличие саркопении существенно влияют на выбор ИТ у пациентов после ПДР. Современные схемы инфузионной поддержки в зависимости от массы тела пациента (например, 12 мл·кг⁻¹·ч⁻¹ – либеральная стратегия, 4 мл·кг⁻¹·ч⁻¹ – рестриктивная) не учитывают индивидуальные особенности гемодинамики и нутритивного статуса, что может приводить к гипер- или гипогидратации. Для пациентов с низким ИМТ и признаками саркопении индивидуализированная ИТ, основанная на динамическом мониторинге ударного объема и вариабельности сердечного ритма, считается более безопасной [18].

Сравнение различных схем ИТ (либеральная, рестриктивная, целенаправленная) демонстрирует, что индивидуализированные и рестриктивные подходы ассоциированы с меньшей частотой осложнений по сравнению с либеральными, особенно у пациентов с низкой массой тела и саркопенией [15, 18]. При этом универсальных рекомендаций по оптимальному объему инфузии нет. Избыточная инфузия жидкости и отсутствие коррекции на массу тела и нутритивные нарушения увеличивают риск ранних послеоперационных осложнений, тогда как целенаправленные и рестриктивные схемы, а также ранняя нутритивная поддержка способствуют улучшению исходов у больных с низким ИМТ и саркопенией [18, 41]. Чрезмерно рестриктивные схемы (< 5–6,8 мл·кг⁻¹·ч⁻¹) увеличивают риск развития послеоперационной панкреатической фистулы и сепсиса. Таким образом, оптимальный объем инфузии должен быть индивидуализирован с учетом антропометрических данных, нутритивного статуса [15, 18, 41].

При выборе стратегии инфузионной терапии у больных, которым планируется ПДР, также следует учитывать такие характерные осложнения, как наличие механической желтухи, холангита, а также применение различных методов желчеотведения [11].

Персистирующий холестаз вследствие билиарной обструкции ассоциирован с множественными осложнениями после ПДР, включая несостоятельность анастомозов и нарушение заживления ран [11]. Холестаз приводит к провоспалительному состоянию, связанному с коагулопатией, почечной и миокардиальной дисфункцией [11]. Механическая желтуха ассоциирована с сокращением объема внеклеточной жидкости и гиповолемией [14, 43]. A. Sitges-Serra et al. (1992) продемонстрировали, что у пациентов с механической желтухой общий объем воды в организме снижен до 41,8% от массы тела по сравнению с 46,2% без желтухи ($p = 0,02$), преимущественно за счет уменьшения интерстициального пространства. Существует тесная корреляция между объемом плазмы и клиренсом креатинина ($r^2 = 0,56$, $p = 0,02$) [43]. Y. Ji et al. (2023) показали, что острое почечное повреждение развивается у 10,7% пациентов после ПДР с желтухой, при этом уровень общего билирубина > 250 мкмоль/л (OR 3,24; $p = 0,001$) и расчетная скорость клубочковой фильтрации 60 мл/мин/1,73 м² (OR 2,30; $p = 0,048$) являются независимыми факторами

риска [24]. Пациенты с обструктивной желтухой демонстрируют повышенные уровни предсердного натрий-уретического пептида (118 против 40 пг/мл, $p = 0,0001$) и альдостерона (156 против 43 пг/мл, $p = 0,0001$) по сравнению с контролем, что свидетельствует об активации эндокринных маркеров гиповолемии. После билиарной декомпрессии наблюдается снижение концентрации натрий-уретического пептида (110 против 67 пг/мл, $p = 0,004$) и увеличение объема внеклеточной жидкости (20,5 против 23,1% от массы тела, $p = 0,001$) [14].

Предоперационное билиарное стентирование применяется до 81,6% пациентов с механической желтухой. Однако влияние стентирования на периоперационное ведение, включая ИТ, остается предметом активных дискуссий [19].

Увеличенная интраоперационная кровопотеря у пациентов со стентированием требует более агрессивной инфузионной поддержки и готовности к трансфузии компонентов крови. P. Zemła et al. (2022) показали, что потребность в катехоламинах была более частой у пациентов с предоперационным стентированием холедоха ($p = 0,011$), что указывает на необходимость более тщательного гемодинамического мониторинга [49].

Несмотря на то, что специфические рекомендации по ИТ для пациентов со стентированием холедоха отсутствуют, общие принципы управления жидкостью при ПДР применимы с некоторыми модификациями с учетом тех вышеописанных изменений, которые встречаются при механической желтухе [19].

Следующим значимым фактором при выборе стратегии ИТ при ПДР являются сопутствующие заболевания. Стратегия ИТ при ПДР у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями начинается с тщательной предоперационной оценки, уделяя особое внимание к контролю гемодинамики и оценке функционального резерва миокарда [16]. У пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, курением и высоким ASA чаще возникает необходимость применения катехоламинов для поддержания гемодинамики, что влияет на выбор объема и типа ИТ. Отмечается, что у таких пациентов требуется более индивидуализированный подход к ИТ с учетом риска перегрузки объемом и декомпенсации сердечной недостаточности. Сравнение либеральной (> 7,9 мл·кг⁻¹·ч⁻¹) и рестриктивной инфузионной тактики показывает, что у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями предпочтительна индивидуализация ИТ с динамическим мониторингом гемодинамики, чтобы избежать как гиповолемии, так и перегрузки [49]. Нет единого консенсуса по оптимальному объему инфузии, однако рестриктивная тактика может быть предпочтительна у пациентов с выраженной сердечной недостаточностью, при условии адекватного контроля перфузии органов [16, 49].

Опухоли периапулярной зоны зачастую сопровождаются нарушением обмена глюкозы, а рак головки поджелудочной железы может возникать на

фоне сахарного диабета. У пациентов с сахарным диабетом отмечаются характерные гемодинамические нарушения. Основные изменения включают повышенное периферическое сосудистое сопротивление и сниженную способность к увеличению сердечного выброса при физической нагрузке или стрессовых состояниях. Это связано с нарушением венозного возврата, снижением сократительной способности миокарда и выраженной вазоконстрикцией, что приводит к тому, что повышение артериального давления при активации метаболического рефлекса у больных сахарным диабетом обусловлено преимущественно ростом сосудистого сопротивления, а не увеличением сердечного выброса [40].

У пациентов с диабетом часто наблюдается гиповолемия вследствие хронической потери альбумина, активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и вазопрессина, а также нарушения регуляции объема жидкости при гипергликемии. Это приводит к снижению преднагрузки и ухудшению наполнения сердца [32]. В условиях сердечной недостаточности у диабетиков отмечается повышение центрального венозного давления и давления заклинивания легочных капилляров, особенно при плохом гликемическом контроле, что отражает тенденцию к перегрузке объемом и ухудшению диастолической функции [21]. Также для больных сахарным диабетом характерны увеличение жесткости артерий, ремоделирование миокарда, диастолическая дисфункция и снижение глобального продольного деформационного напряжения, что приводит к снижению резервных возможностей сердечно-сосудистой системы и повышенному риску развития сердечной недостаточности с сохраненной или сниженной фракцией выброса [9].

В целом, гемодинамические нарушения при сахарном диабете включают сочетание гиповолемии, повышенного сосудистого сопротивления, нарушения венозного возврата, диастолической и систолической дисфункции, а также склонности к перегрузке объемом при декомпенсации [9, 21, 32]. Современные подходы к интраоперационной ИТ при ПДР у больных сахарным диабетом включают несколько ключевых аспектов, основанных на актуальных рекомендациях Американской диабетологической ассоциации [5].

Пациентам с диабетом рекомендуется достижение уровня HbA1c < 8% перед плановой операцией [5]. Рекомендуемый диапазон гликемии во время операции – 5,6–10,0 ммоль/л. Более строгие цели (< 5,6 ммоль/л) не рекомендуются из-за повышенного риска гипогликемии и отсутствия доказательств улучшения исходов. Для интраоперационного контроля гликемии предпочтительна непрерывная внутривенная инфузия инсулина благодаря предсказуемости и возможности быстрой титрации. В послеоперационном периоде предпочтение отдается базально-болюсным схемам инсулинотерапии [5, 29].

Выбор объема и типа ИТ должен быть индивидуализирован, ни либеральная, ни чрезмерно рестриктивная инфузионная тактика не рекомен-

дуется; предпочтение отдается целенаправленной ИТ с динамическим мониторингом гемодинамики и электролитов. Особое внимание уделяется профилактике гипогликемии и электролитных нарушений (гипокалиемии), особенно при интенсивной инсулинотерапии [49].

Заключение

На основе проведенного обзора можно сформулировать следующие рекомендации для выбора стратегии ИТ у больных, которым предстоит выполнение ПДР.

Необходимо отказаться от либеральных протоколов ИТ (> 10–12 мл·кг⁻¹·ч⁻¹), приоритетом должна быть умеренно рестриктивная стратегия (ориентир ~5–7 мл·кг⁻¹·ч⁻¹) с обязательной динамической оценкой отклика на объем.

Ключевым условием при ИТ является проведение динамического мониторинга: вариация ударного объема, пульсовое давление, тест с пассивным подъемом ног или мини-жидкостная проба для оценки «объем-ответ».

Центральное венозное давление и другие статические параметры имеют низкую прогностическую ценность, в связи с чем не должны применяться как единственный метод мониторинга.

Чрезмерно рестриктивные режимы (< 4–5 мл·кг⁻¹·ч⁻¹), особенно у пациентов с «мягкой» поджелудочной железой, могут провоцировать гипоперфузию и повышать риск панкреатического свища и панкреатита.

Группой особого внимания при выборе стратегии ИТ являются пациенты с механической желтухой, для которых характерна исходная гиповолемия. Требуется осторожное восполнение объема жидкости с контролем функции почек. Необходимо учитывать, что предоперационное стентирование холедоха может увеличить интраоперационную кровопотерю.

У пациентов с саркопенией и низким индексом массы тела применение только расчета объема инфузии на фактическую массу тела (мл/кг) может привести к гипергидратации, в связи с чем в данной группе больных обязателен динамический мониторинг.

Пациенты с сердечно-сосудистой патологией имеют высокий риск как перегрузки (отек легких), так и гипоперфузии (ишемия). Крайне важна умеренно рестриктивная стратегия с обязательным тщательным гемодинамическим контролем.

Для пациентов с сахарным диабетом характерна скрытая гиповолемия и склонность к перегрузке при декомпенсации. Необходим обязательный контроль гликемии (5,6–10,0 ммоль/л) и электролитов, индивидуализация инфузии.

Выводы

Проведенный анализ литературы убедительно демонстрирует, что оптимизация периоперационной

ИТ является критически важным компонентом улучшения исходов после ПДР. Ключевым выводом является отсутствие универсальной «идеальной» стратегии для всех пациентов.

Стратегия ИТ должна определяться не кумулятивными объемами или фиксированными скоростями инфузии ($\text{мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$), а индивидуальными потребностями пациента, основанными на динамической оценке гемодинамики и тканевой перфузии.

Необходим учет ключевых факторов пациента (нутритивного статуса и наличие саркопении, явлений механической желтухи, сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета) с применением методик динамического мониторинга.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку и валидацию клинических алгоритмов, учитывающих совокупность индивидуальных факторов риска каждого конкретного пациента.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of Interests. The authors states that he has no conflict of interests.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редактировании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобовник С. В., Горобец Е. С., Заболотских И. Б. и др. Периоперационная инфузионная терапия у взрослых // *Анестезиология и реаниматология*. – 2021. – № 4. – С. 17–33. <http://doi.org/10.17116/anaesthesiology20210417>.
2. Власенко О. С., Поляков А. Н., Матвеева С. О. и др. Инфузионная терапия и ацинарный компонент поджелудочной железы – предикторы образования панкреатической фистулы при панкреатодуоденальной резекции // *Анестезиология и реаниматология*. – 2025. – № 5. – С. 58–65. <http://doi.org/10.17116/anaesthesiology202505158>.
3. Заболотских И. Б., Проценко Д. Н., Лебединский К. М. Интенсивная терапия // *Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2020.
4. Харламов К. Е., Ядгаров М. Я., Лихванцев В. В. Протоколизовано-персонализированный подход к управлению гемодинамикой в составе протокола ERAS при операциях на органах брюшной полости // *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. – 2021. – Т. 18, № 4. – С. 55–61. <http://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-4-55-61>.
5. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 16. Diabetes Care in the Hospital: Standards of Care in Diabetes-2025 // *Diabetes Care*. – 2025. – Vol. 48, № Suppl 1. – P. S321–S334. <http://doi.org/10.2337/dc25-S016>.
6. Bannone E., Andrianello S., Marchegiani G. et al. Postoperative acute pancreatitis following pancreaticoduodenectomy: a determinant of fistula potentially driven by the intraoperative fluid management // *Ann Surg*. – 2018. – Vol. 268, № 5. – P. 815–822. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002900>.
7. Bruns H., Kortendieck V., Raab H. R. et al. Intraoperative fluid excess is a risk factor for pancreatic fistula after partial pancreaticoduodenectomy // *HPB Surg*. – 2016. – Vol. 2016. – Art. ID 1601340. <http://doi.org/10.1155/2016/1601340>.
8. De Backer D., Aissaoui N., Cecconi M. et al. How can assessing hemodynamics help to assess volume status? // *Intensive Care Med*. – 2022. – Vol. 48, № 10. – P. 1482–1494. <http://doi.org/10.1007/s00134-022-06808-9>.
9. Del Buono M. G., Montone R. A., Camilli M. et al. Coronary microvascular dysfunction across the spectrum of cardiovascular diseases: JACC state-of-the-art review // *J. Am Coll Cardiol*. – 2021. – Vol. 78, № 13. – P. 1352–1371. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.07.042>.
10. Edwards M. R., Forbes G., MacDonald N. et al. Optimisation of Perioperative Cardiovascular Management to Improve Surgical Outcome II (OPTIMISE II) trial: study protocol for a multicentre international trial of cardiac output-guided fluid therapy with low-dose inotrope infusion compared with usual care in patients undergoing major elective gastrointestinal surgery // *BMJ Open*. – 2019. – Vol. 9, № 1. – Art. ID e023455. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023455>.
11. Elmunzer B. J., Maranki J. L., Gómez V. et al. ACG Clinical Guideline: Diagnosis and Management of Biliary Strictures // *Am J Gastroenterol*. – 2023. – Vol. 118, № 3. – P. 405–426. <http://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002190>.
12. Eng O. S., Goswami J., Moore D. et al. Intraoperative fluid administration is associated with perioperative outcomes in pancreaticoduodenectomy: a

REFERENCES

1. Bobovnik S. V., Gorobets E. S., Zabolotskikh I. B. et al. Perioperative fluid therapy in adults. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*, 2021, vol. 4, pp. 17–33. (In Russ.). <http://doi.org/10.17116/anaesthesiology20210417>.
2. Vlasenko O. S., Polyakov A. N., Matveeva S. O. et al. Infusion therapy and acinar component of the pancreas as predictors of pancreatic fistula in pancreaticoduodenectomy. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*, 2025, vol. 5, pp. 58–65. (In Russ.). <http://doi.org/10.17116/anaesthesiology202505158>.
3. Intensivnaya terapiya. *Natsional'noe rukovodstvo*. V 2-kh tomakh. Zabolotskikh I. B., Protsenko D. N., eds. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow, GEOTAR-Media; 2020. (In Russ.).
4. Kharlamov K. E., Yadgarov M. Ya., Likhvantsev V. V. The Protocol-Personalized Perioperative Hemodynamic Management as Part of the ERAS Protocol in Abdominal Surgeries. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2021, vol. 18, no. 4, pp. 55–61. (In Russ.) <http://doi.org/10.21292/2078-5658-2021-18-4-55-61>.
5. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 16. Diabetes Care in the Hospital: Standards of Care in Diabetes-2025. *Diabetes Care*, 2025, vol. 48, no. Suppl 1, pp. S321–S334. <http://doi.org/10.2337/dc25-S016>.
6. Bannone E., Andrianello S., Marchegiani G. et al. Postoperative acute pancreatitis following pancreaticoduodenectomy: a determinant of fistula potentially driven by the intraoperative fluid management. *Ann Surg*, 2018, vol. 268, no. 5, pp. 815–822. <http://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002900>.
7. Bruns H., Kortendieck V., Raab H. R. et al. Intraoperative fluid excess is a risk factor for pancreatic fistula after partial pancreaticoduodenectomy. *HPB Surg*, 2016, vol. 2016, Art. ID 1601340. <http://doi.org/10.1155/2016/1601340>.
8. De Backer D., Aissaoui N., Cecconi M. et al. How can assessing hemodynamics help to assess volume status? *Intensive Care Med*, 2022, vol. 48, no. 10, pp. 1482–1494. <http://doi.org/10.1007/s00134-022-06808-9>.
9. Del Buono M. G., Montone R. A., Camilli M. et al. Coronary microvascular dysfunction across the spectrum of cardiovascular diseases: JACC state-of-the-art review. *J. Am Coll Cardiol*, 2021, vol. 78, no. 13, pp. 1352–1371. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.07.042>.
10. Edwards M. R., Forbes G., MacDonald N. et al. Optimisation of Perioperative Cardiovascular Management to Improve Surgical Outcome II (OPTIMISE II) trial: study protocol for a multicentre international trial of cardiac output-guided fluid therapy with low-dose inotrope infusion compared with usual care in patients undergoing major elective gastrointestinal surgery. *BMJ Open*, 2019, vol. 9, no. 1, Art. ID e023455. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023455>.
11. Elmunzer B. J., Maranki J. L., Gómez V. et al. ACG Clinical Guideline: Diagnosis and Management of Biliary Strictures. *Am J Gastroenterol*, 2023, vol. 118, no. 3, pp. 405–426. <http://doi.org/10.14309/ajg.0000000000002190>.
12. Eng O. S., Goswami J., Moore D. et al. Intraoperative fluid administration is associated with perioperative outcomes in pancreaticoduodenectomy: a single

- single center retrospective analysis // *J Surg Oncol*. – 2013. – Vol. 108, № 4. – P. 242–247. <http://doi.org/10.1002/jso.23393>.
13. Evans L., Rhodes A., Alhazzani W. et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021 // *Intensive Care Med*. – 2021. – Vol. 47, № 11. – P. 1181–1247. <http://doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y>.
 14. Gallardo J.M., Padillo J., Martín-Malo A. et al. Increased plasma levels of atrial natriuretic peptide and endocrine markers of volume depletion in patients with obstructive jaundice // *Br J Surg*. – 1998. – Vol. 85, № 1. – P. 28–31. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1998.00572.x>
 15. Garland M. L., Mace H. S., MacCormick A.D. et al. Restrictive versus liberal fluid regimens in patients undergoing pancreaticoduodenectomy: a systematic review and meta-analysis // *J Gastrointest Surg*. – 2019. – Vol. 23, № 6. – P. 1250–1265. <http://doi.org/10.1007/s11605-018-04089-6>.
 16. Gianotti L., Besselink M. G., Sandini M. et al. Nutritional support and therapy in pancreatic surgery: A position paper of the International Study Group on Pancreatic Surgery (ISGPS) // *Surgery*. – 2018. – Vol. 164, № 5. – P. 1035–1048. <http://doi.org/10.1016/j.surg.2018.05.040>.
 17. Gilgjen J., Hübner M., Halkic N. et al. Perioperative fluids and complications after pancreatoduodenectomy within an enhanced recovery pathway // *Sci Rep*. – 2020. – Vol. 10, № 1. – Art. ID 17898. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-74907-y>.
 18. Gottin L., Martini A., Menestrina N. et al. Perioperative fluid administration in pancreatic surgery: a comparison of three regimens // *J Gastrointest Surg*. – 2020. – Vol. 24, № 3. – P. 569–577. <http://doi.org/10.1007/s11605-019-04166-4>.
 19. Hamidi M., Dauch J., Watson R. et al. Outcomes with preoperative biliary stenting after pancreaticoduodenectomy in the modern era // *J Gastrointest Surg*. – 2021. – Vol. 25, № 1. – P. 162–168. <http://doi.org/10.1007/s11605-020-04874-2>.
 20. Han I.W., Kim H., Heo J. et al. Excess intraoperative fluid volume administration is associated with pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: A retrospective multicenter study // *Medicine (Baltimore)*. – 2017. – Vol. 96, № 22. – Art. ID e6893. <http://doi.org/10.1097/MD.0000000000006893>.
 21. Heegaard B., Deis T., Rossing K. et al. Diabetes mellitus and hemodynamics in advanced heart failure // *Int J Cardiol*. – 2023. – Vol. 379. – P. 60–65. <http://doi.org/10.1016/j.ijcard.2023.03.015>.
 22. Holte K., Sharrock N. E., Kehlet H. Pathophysiology and clinical implications of perioperative fluid excess // *Br J Anaesth*. – 2002. – Vol. 89, № 4. – P. 622–632. <http://doi.org/10.1093/bja/aef220>.
 23. Ikuta S., Nakajima T., Kasai M., et al. Perioperative fluid balance and the risk of postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: a propensity score-adjusted analysis // *Anticancer Res*. – 2023. – Vol. 43, № 9. – P. 4179–4187. <http://doi.org/10.21873/anticancer.16609>
 24. Ji Y., Zhou Y., Shen Z. et al. Risk factors for and prognostic values of postoperative acute kidney injury after pancreaticoduodenectomy for pancreatic ductal adenocarcinoma: A retrospective, propensity score-matched cohort study of 1312 patients // *Cancer Med*. – 2023. – Vol. 12, № 7. – P. 7823–7834. <http://doi.org/10.1002/cam4.5543>.
 25. Kan C. F. K., Skaggs J. D. Current commonly used dynamic parameters and monitoring systems for perioperative goal-directed fluid therapy: a review // *Yale J Biol Med*. – 2023. – Vol. 96, № 1. – P. 107–123. <http://doi.org/10.59249/JOAP6662>.
 26. Kendrick J. B., Kaye A. D., Tong Y. et al. Goal-directed fluid therapy in the perioperative setting // *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. – 2019. – Vol. 35, Suppl. 1. – P. S29–S34. http://doi.org/10.4103/joacp.JOACP_26_18.
 27. Kulemann B., Fritz M., Glatz T. et al. Complications after pancreaticoduodenectomy are associated with higher amounts of intra- and postoperative fluid therapy: A single center retrospective cohort study // *Ann Med Surg (Lond)*. – 2017. – Vol. 16. – P. 23–29. <http://doi.org/10.1016/j.amsu.2017.02.042>.
 28. Li S., Yin Y., Wang P. et al. Goal-directed fluid therapy during post-resection phase in low central venous pressure assisted laparoscopic hepatectomy: a randomized controlled superiority trial // *J Anesth*. – 2024. – Vol. 38, № 1. – P. 77–85. <http://doi.org/10.1007/s00540-023-03282-5>.
 29. Maeda H., Okabayashi T., Yatabe T. et al. Perioperative intensive insulin therapy using artificial endocrine pancreas in patients undergoing pancreatotomy // *World J Gastroenterol*. – 2009. – Vol. 15, № 33. – P. 4111–4115. <http://doi.org/10.3748/wjg.15.4111>.
 30. Melloul E., Lassen K., Roulin D. et al. Guidelines for perioperative care for pancreatoduodenectomy: enhanced recovery after surgery (ERAS) recommendations 2019 // *World J Surg*. – 2020. – Vol. 44, № 7. – P. 2056–2084. <http://doi.org/10.1007/s00268-020-05462-w>.
 31. Mladinov D., Isaza E., Gosling A. F. et al. Perioperative fluid management // *Anesthesiol Clin*. – 2023. – Vol. 41, № 3. – P. 613–629. <http://doi.org/10.1016/j.anclin.2023.03.001>.
13. Evans L., Rhodes A., Alhazzani W. et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med*, 2021, vol. 47, no. 11, pp. 1181–1247. <http://doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y>.
 14. Gallardo J.M., Padillo J., Martín-Malo A. et al. Increased plasma levels of atrial natriuretic peptide and endocrine markers of volume depletion in patients with obstructive jaundice. *Br J Surg*, 1998, vol. 85, no. 1, pp. 28–31. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1998.00572.x>
 15. Garland M. L., Mace H. S., MacCormick A.D. et al. Restrictive versus liberal fluid regimens in patients undergoing pancreaticoduodenectomy: a systematic review and meta-analysis. *J Gastrointest Surg*, 2019, vol. 23, no. 6, pp. 1250–1265. <http://doi.org/10.1007/s11605-018-04089-6>.
 16. Gianotti L., Besselink M. G., Sandini M. et al. Nutritional support and therapy in pancreatic surgery: A position paper of the International Study Group on Pancreatic Surgery (ISGPS). *Surgery*, 2018, vol. 164, no. 5, pp. 1035–1048. <http://doi.org/10.1016/j.surg.2018.05.040>.
 17. Gilgjen J., Hübner M., Halkic N. et al. Perioperative fluids and complications after pancreatoduodenectomy within an enhanced recovery pathway. *Sci Rep*, 2020, vol. 10, no. 1, Art. ID 17898. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-74907-y>.
 18. Gottin L., Martini A., Menestrina N. et al. Perioperative fluid administration in pancreatic surgery: a comparison of three regimens. *J Gastrointest Surg*, 2020, vol. 24, no. 3, pp. 569–577. <http://doi.org/10.1007/s11605-019-04166-4>.
 19. Hamidi M., Dauch J., Watson R. et al. Outcomes with preoperative biliary stenting after pancreaticoduodenectomy in the modern era. *J Gastrointest Surg*, 2021, vol. 25, no. 1, pp. 162–168. <http://doi.org/10.1007/s11605-020-04874-2>.
 20. Han I.W., Kim H., Heo J. et al. Excess intraoperative fluid volume administration is associated with pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: A retrospective multicenter study. *Medicine (Baltimore)*, 2017, vol. 96, no. 22, Art. ID e6893. <http://doi.org/10.1097/MD.0000000000006893>.
 21. Heegaard B., Deis T., Rossing K. et al. Diabetes mellitus and hemodynamics in advanced heart failure. *Int J Cardiol*, 2023, vol. 379, pp. 60–65. <http://doi.org/10.1016/j.ijcard.2023.03.015>.
 22. Holte K., Sharrock N. E., Kehlet H. Pathophysiology and clinical implications of perioperative fluid excess. *Br J Anaesth*, 2002, vol. 89, no. 4, pp. 622–632. <http://doi.org/10.1093/bja/aef220>.
 23. Ikuta S., Nakajima T., Kasai M., et al. Perioperative fluid balance and the risk of postoperative pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: a propensity score-adjusted analysis. *Anticancer Res*, 2023, vol. 43, no. 9, pp. 4179–4187. <http://doi.org/10.21873/anticancer.16609>
 24. Ji Y., Zhou Y., Shen Z. et al. Risk factors for and prognostic values of postoperative acute kidney injury after pancreaticoduodenectomy for pancreatic ductal adenocarcinoma: A retrospective, propensity score-matched cohort study of 1312 patients. *Cancer Med*, 2023, vol. 12, no. 7, pp. 7823–7834. <http://doi.org/10.1002/cam4.5543>.
 25. Kan C. F. K., Skaggs J. D. Current commonly used dynamic parameters and monitoring systems for perioperative goal-directed fluid therapy: a review. *Yale J Biol Med*, 2023, vol. 96, no. 1, pp. 107–123. <http://doi.org/10.59249/JOAP6662>.
 26. Kendrick J. B., Kaye A. D., Tong Y. et al. Goal-directed fluid therapy in the perioperative setting. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2019, vol. 35, Suppl. 1, pp. S29–S34. http://doi.org/10.4103/joacp.JOACP_26_18.
 27. Kulemann B., Fritz M., Glatz T. et al. Complications after pancreaticoduodenectomy are associated with higher amounts of intra- and postoperative fluid therapy: A single center retrospective cohort study. *Ann Med Surg (Lond)*, 2017, vol. 16, pp. 23–29. <http://doi.org/10.1016/j.amsu.2017.02.042>.
 28. Li S., Yin Y., Wang P. et al. Goal-directed fluid therapy during post-resection phase in low central venous pressure assisted laparoscopic hepatectomy: a randomized controlled superiority trial. *J Anesth*, 2024, vol. 38, no. 1, pp. 77–85. <http://doi.org/10.1007/s00540-023-03282-5>.
 29. Maeda H., Okabayashi T., Yatabe T. et al. Perioperative intensive insulin therapy using artificial endocrine pancreas in patients undergoing pancreatotomy. *World J Gastroenterol*, 2009, vol. 15, no. 33, pp. 4111–4115. <http://doi.org/10.3748/wjg.15.4111>.
 30. Melloul E., Lassen K., Roulin D. et al. Guidelines for perioperative care for pancreatoduodenectomy: enhanced recovery after surgery (ERAS) recommendations 2019. *World J Surg*, 2020, vol. 44, no. 7, pp. 2056–2084. <http://doi.org/10.1007/s00268-020-05462-w>.
 31. Mladinov D., Isaza E., Gosling A. F. et al. Perioperative fluid management. *Anesthesiol Clin*, 2023, vol. 41, no. 3, pp. 613–629. <http://doi.org/10.1016/j.anclin.2023.03.001>.

32. Montero D., Diaz-Canestro C., Oberholzer L. et al. The role of blood volume in cardiac dysfunction and reduced exercise tolerance in patients with diabetes // *Lancet Diabetes Endocrinol.* – 2019. – Vol. 7, № 10. – P. 807–816. [http://doi.org/10.1016/S2213-8587\(19\)30119-6](http://doi.org/10.1016/S2213-8587(19)30119-6).
33. Myles P. S., Bellomo R., Corcoran T. et al. Restrictive versus liberal fluid therapy for major abdominal surgery // *N Engl J Med.* – 2018. – Vol. 378, № 24. – P. 2263–2274. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1801601>.
34. National Heart, Lung, and Blood Institute Prevention and Early Treatment of Acute Lung Injury Clinical Trials Network; Shapiro N. I., Douglas I. S., Brower R. G. et al. Early restrictive or liberal fluid management for sepsis-induced hypotension // *N Engl J Med.* – 2023. – Vol. 388, № 6. – P. 499–510. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa2212663>.
35. Ostermann M., Auzinger G., Grocott M. et al. Perioperative fluid management: evidence-based consensus recommendations from the international multidisciplinary PeriOperative Quality Initiative // *Br J Anaesth.* – 2024. – Vol. 133, № 6. – P. 1263–1275. <http://doi.org/10.1016/j.bja.2024.07.038>.
36. Pantet O., Ageron F. X., Zingg T. Advances in resuscitation and deresuscitation // *Curr Opin Crit Care.* – 2025. – Vol. 31, № 3. – P. 277–284. <http://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001267>.
37. Peden C. J., Aggarwal G., Aitken R. J. et al. Guidelines for perioperative care for emergency laparotomy enhanced recovery after surgery (ERAS) society recommendations: part 1-preoperative: diagnosis, rapid assessment and optimization // *World J Surg.* – 2021. – Vol. 45, № 5. – P. 1272–1290. <http://doi.org/10.1007/s00268-021-05994-9>.
38. Perel A., Habicher M., Sander M. Bench-to-bedside review: functional hemodynamics during surgery - should it be used for all high-risk cases? // *Crit Care.* – 2013. – Vol. 17, № 1. – Art. ID 203. <http://doi.org/10.1186/cc11448>.
39. Plurad D. S., Chiu W., Raja A. S. et al. Monitoring modalities and assessment of fluid status: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma // *J Trauma Acute Care Surg.* – 2018. – Vol. 84, № 1. – P. 37–49. <http://doi.org/10.1097/TA.0000000000001719>.
40. Roberto S., Milia R., Doneddu A. et al. Hemodynamic abnormalities during muscle metaboreflex activation in patients with type 2 diabetes mellitus // *J Appl Physiol (1985).* – 2019. – Vol. 126, № 2. – P. 444–453. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.00794.2018>.
41. Sandini M., Fernández-Del Castillo C. et al. Intraoperative fluid administration and surgical outcomes following pancreaticoduodenectomy: external validation at a tertiary referral center // *World J Surg.* – 2019. – Vol. 43, № 3. – P. 929–936. <http://doi.org/10.1007/s00268-018-4842-0>.
42. Scheeren T. W. L., Ramsay M. A. E. New Developments in hemodynamic monitoring // *J Cardiothorac Vasc Anesth.* – 2019. – Vol. 33, Suppl. 1. – P. S67–S72. <http://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.03.043>.
43. Sitges-Serra A., Carulla X., Piera C. et al. Body water compartments in patients with obstructive jaundice // *Br J Surg.* – 1992. – Vol. 79, № 6. – P. 553–556. <http://doi.org/10.1002/bjs.1800790626>.
44. Wang X., Wang N., Wang X. et al. Application value of goal-directed fluid therapy with ERAS in patients undergoing radical lung cancer surgery // *Am J Transl Res.* – 2021. – Vol. 13, № 7. – P. 8186–8192.
45. Weinberg L., Ianno D., Churilov L. et al. Restrictive intraoperative fluid optimisation algorithm improves outcomes in patients undergoing pancreaticoduodenectomy: A prospective multicentre randomized controlled trial // *PLoS One.* – 2017. – Vol. 12, № 9. – Art. ID e0183313. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0183313>.
46. Winer L. K., Dhar V. K., Wima K. et al. Perioperative net fluid balance predicts pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy // *J Gastrointest Surg.* – 2018. – Vol. 22, № 10. – P. 1743–1751. <http://doi.org/10.1007/s11605-018-3813-y>.
47. Yamane T., Izumi D., Kinoshita S. et al. Pancreaticoduodenectomy at a Non-high-volume Center and Efforts to Perform Safe Surgery // *Anticancer Res.* – 2021. – Vol. 41, № 10. – P. 5223–5229. <http://doi.org/10.21873/anticancer.15329>.
48. Zampieri F. G., Bagshaw S. M., Semler M. W. Fluid therapy for critically ill adults with sepsis: a review // *JAMA.* – 2023. – Vol. 329, № 22. – P. 1967–1980. <http://doi.org/10.1001/jama.2023.7560>.
49. Zemla P., Bajak J., Molasy B. et al. A single-center retrospective study of selected clinical parameters and intraoperative fluid management of patients undergoing pancreaticoduodenectomy // *Med Sci Monit.* – 2022. – Vol. 28. – Art. ID e936114. <http://doi.org/10.12659/MSM.936114>.
50. Zhang H., Feng Y., Suolang D. et al. Postoperative fluid balance and outcomes after Pancreaticoduodenectomy: a retrospective study in 301 patients // *Langenbecks Arch Surg.* – 2022. – Vol. 407, № 4. – P. 1537–1544 <http://doi.org/10.1007/s00423-022-02443-6>.
32. Montero D., Diaz-Canestro C., Oberholzer L. et al. The role of blood volume in cardiac dysfunction and reduced exercise tolerance in patients with diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2019, vol. 7, no. 10, pp. 807–816. [http://doi.org/10.1016/S2213-8587\(19\)30119-6](http://doi.org/10.1016/S2213-8587(19)30119-6).
33. Myles P. S., Bellomo R., Corcoran T. et al. Restrictive versus liberal fluid therapy for major abdominal surgery. *N Engl J Med.* 2018, vol. 378, no. 24, pp. 2263–2274. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1801601>.
34. National Heart, Lung, and Blood Institute Prevention and Early Treatment of Acute Lung Injury Clinical Trials Network; Shapiro N. I., Douglas I. S., Brower R. G. et al. Early restrictive or liberal fluid management for sepsis-induced hypotension. *N Engl J Med.* 2023, vol. 388, no. 6, pp. 499–510. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa2212663>.
35. Ostermann M., Auzinger G., Grocott M. et al. Perioperative fluid management: evidence-based consensus recommendations from the international multidisciplinary PeriOperative Quality Initiative. *Br J Anaesth.* 2024, vol. 133, no. 6, pp. 1263–1275. <http://doi.org/10.1016/j.bja.2024.07.038>.
36. Pantet O., Ageron F. X., Zingg T. Advances in resuscitation and deresuscitation. *Curr Opin Crit Care.* 2025, vol. 31, no. 3, pp. 277–284. <http://doi.org/10.1097/MCC.0000000000001267>.
37. Peden C. J., Aggarwal G., Aitken R. J. et al. Guidelines for perioperative care for emergency laparotomy enhanced recovery after surgery (ERAS) society recommendations: part 1-preoperative: diagnosis, rapid assessment and optimization. *World J Surg.* 2021, vol. 45, no. 5, pp. 1272–1290. <http://doi.org/10.1007/s00268-021-05994-9>.
38. Perel A., Habicher M., Sander M. Bench-to-bedside review: functional hemodynamics during surgery - should it be used for all high-risk cases? *Crit Care.* 2013, vol. 17, no. 1, Art. ID 203. <http://doi.org/10.1186/cc11448>.
39. Plurad D. S., Chiu W., Raja A. S. et al. Monitoring modalities and assessment of fluid status: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018, vol. 84, no. 1, pp. 37–49. <http://doi.org/10.1097/TA.0000000000001719>.
40. Roberto S., Milia R., Doneddu A. et al. Hemodynamic abnormalities during muscle metaboreflex activation in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Appl Physiol (1985).* 2019, vol. 126, no. 2, pp. 444–453. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.00794.2018>.
41. Sandini M., Fernández-Del Castillo C. et al. Intraoperative fluid administration and surgical outcomes following pancreaticoduodenectomy: external validation at a tertiary referral center. *World J Surg.* 2019, vol. 43, no. 3, pp. 929–936. <http://doi.org/10.1007/s00268-018-4842-0>.
42. Scheeren T. W. L., Ramsay M. A. E. New Developments in hemodynamic monitoring. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019, vol. 33, Suppl. 1, pp. S67–S72. <http://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.03.043>.
43. Sitges-Serra A., Carulla X., Piera C. et al. Body water compartments in patients with obstructive jaundice. *Br J Surg.* 1992, vol. 79, no. 6, pp. 553–556. <http://doi.org/10.1002/bjs.1800790626>.
44. Wang X., Wang N., Wang X. et al. Application value of goal-directed fluid therapy with ERAS in patients undergoing radical lung cancer surgery. *Am J Transl Res.* 2021, vol. 13, no. 7, pp. 8186–8192.
45. Weinberg L., Ianno D., Churilov L. et al. Restrictive intraoperative fluid optimisation algorithm improves outcomes in patients undergoing pancreaticoduodenectomy: A prospective multicentre randomized controlled trial. *PLoS One.* 2017, vol. 12, no. 9, Art. ID e0183313. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0183313>.
46. Winer L. K., Dhar V. K., Wima K. et al. Perioperative net fluid balance predicts pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *J Gastrointest Surg.* 2018, vol. 22, no. 10, pp. 1743–1751. <http://doi.org/10.1007/s11605-018-3813-y>.
47. Yamane T., Izumi D., Kinoshita S. et al. Pancreaticoduodenectomy at a Non-high-volume Center and Efforts to Perform Safe Surgery. *Anticancer Res.* 2021, vol. 41, no. 10, pp. 5223–5229. <http://doi.org/10.21873/anticancer.15329>.
48. Zampieri F. G., Bagshaw S. M., Semler M. W. Fluid therapy for critically ill adults with sepsis: a review. *JAMA.* 2023, vol. 329, no. 22, pp. 1967–1980. <http://doi.org/10.1001/jama.2023.7560>.
49. Zemla P., Bajak J., Molasy B. et al. A single-center retrospective study of selected clinical parameters and intraoperative fluid management of patients undergoing pancreaticoduodenectomy. *Med Sci Monit.* 2022, vol. 28, Art. ID e936114. <http://doi.org/10.12659/MSM.936114>.
50. Zhang H., Feng Y., Suolang D. et al. Postoperative fluid balance and outcomes after Pancreaticoduodenectomy: a retrospective study in 301 patients. *Langenbecks Arch Surg.* 2022, vol. 407, no. 4, pp. 1537–1544 <http://doi.org/10.1007/s00423-022-02443-6>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Казанский государственный медицинский университет, 420021, Российская Федерация, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49

Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ имени профессора М. З. Сигала, 420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 29

Рахматуллин Булат Фанисович, врач – анестезиолог-реаниматолог, Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ имени профессора М. З. Сигала (г. Казань, Россия), e-mail: rachmatullin95@mail.ru, ORCID: 0009-0007-2761-3228; **Егоров Василий Иванович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии, Казанский государственный медицинский университет Минздрава России; врач-онколог, Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ имени профессора М. З. Сигала (г. Казань, Россия), e-mail: drvasiliy21@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6603-1390; **Ахметзянов Фоат Шайхутдинович**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии, Казанский государственный медицинский университет Минздрава России; руководитель хирургической клиники, Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ имени профессора М. З. Сигала (г. Казань, Россия), e-mail: akhmetzyanov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4516-1997; **Пашеев Артур Валерьевич**, кандидат медицинских наук, врач – анестезиолог-реаниматолог, Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ имени профессора М. З. Сигала (г. Казань, Россия), e-mail: reanimart1@mail.ru, ORCID: 0009-0009-6470-4713.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Kazan State Medical University, 49, Butlerov str., Kazan, Russian Federation, 420000

Republican Clinical Oncology Dispensary named after Professor M. Z. Sigal, 29, Sibirskii trakt, Kazan, Russian Federation, 420029

Rakhmatullin Bulat F., Anesthesiologist and Intensivist, Republican Clinical Oncology Dispensary named after Professor M. Z. Sigal (Kazan, Russia), e-mail: rachmatullin95@mail.ru, ORCID: 0009-0007-2761-3228; **Egorov Vasily I.**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Oncology, Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Kazan State Medical University; Oncologist, Republican Clinical Oncology Dispensary named after Professor M. Z. Sigal (Kazan, Russia), e-mail: drvasiliy21@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6603-1390; **Akhmetzyanov Foat Sh.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Oncology, Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Kazan State Medical University; Head of the Surgical Clinic, Republican Clinical Oncology Dispensary named after Professor M. Z. Sigal (Kazan, Russia), e-mail: akhmetzyanov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4516-1997; **Pasheev Artur V.**, Cand. of Sci. (Med.), Anesthesiologist and Intensivist, Republican Clinical Oncology Dispensary named after Professor M. Z. Sigal (Kazan, Russia), e-mail: reanimart1@mail.ru, ORCID: 0009-0009-6470-4713.