



Персонализированный выбор сосудистого доступа для реализации изолированной химиоперфузии печени: анализ программ стратификации риска осложнений

Унгуриян В. М.¹, Казанцев А. Н.^{1,2,3}, Коротких А. В.⁴, Иванов С. А.⁵, Белов Ю. В.^{2,6}, Каприн А. Д.⁷

В статье представлены три клинических разбора изолированной химиоперфузии печени с применением аппарата искусственного кровообращения. Ретроспективно оценена вероятность развития осложнений, послеоперационных осложнений с применением программного обеспечения стратификации риска неблагоприятного исхода. Сделан вывод об эффективности представленного программного обеспечения.

Ключевые слова: стратификация риска, аппарат искусственного кровообращения, увеальная меланома, метастазы увеальной меланомы, изолированная химиоперфузия печени.

Отношения и деятельность: нет.

¹ОГБУЗ Костромской онкологический диспансер, Кострома; ²Российский научный центр хирургии им. акад. Б. В. Петровского, Москва; ³ОГБУЗ Костромская областная клиническая больница им. Королева Е. И., Кострома; ⁴Клиника кардиохирургии, ФГБОУ ВО Амурской ГМА Минздрава России, Благовещенск; ⁵МРНЦ им. А. Ф. Цыба — филиал ФГБУ НМИЦ радиологии Минздрава России, Обнинск; ⁶ФГАОВ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова Минздрава России, Москва; ⁷МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ НМИЦ радиологии Минздрава России, Москва, Россия.

Унгуриян В. М. — к.м.н., главный врач, ORCID: 0000-0003-2094-0596, Казанцев А. Н.* — зав. отделением сосудистой хирургии, зав. отделением кар-

диохирургии, главный внештатный сердечно-сосудистый хирург Костромской области, ORCID: 0000-0002-1115-609X, Коротких А. В. — главный врач, ORCID: 0000-0002-9709-1097, Иванов С. А. — д.м.н., профессор, директор, ORCID: 0000-0001-7689-6032, Белов Ю. В. — академик РАН, профессор, д.м.н., директор; зав. кафедрой госпитальной хирургии, ORCID: 0000-0002-9280-8845, Каприн А. Д. — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, ORCID: 0000-0001-8784-8415.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

dr.antonio.kazantsev@mail.ru

ИХП — изолированная химиоперфузия печени, КТ — компьютерная томография, МРТ — магнитно-резонансная томография, УМ — увеальная меланома.

Рукопись получена 01.06.2023

Рецензия получена 14.06.2023

Принята к публикации 17.06.2023



Для цитирования: Унгуриян В. М., Казанцев А. Н., Коротких А. В., Иванов С. А., Белов Ю. В., Каприн А. Д. Персонализированный выбор сосудистого доступа для реализации изолированной химиоперфузии печени: анализ программ стратификации риска осложнений. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(7):5486. doi:10.15829/1560-4071-2023-5486. EDN UNCLBU

Personalized choice of vascular access for isolated hepatic perfusion: analysis of complication risk stratification programs

Unguryan V. M.¹, Kazantsev A. N.^{1,2,3}, Korotkikh A. V.⁴, Ivanov S. A.⁵, Belov Yu. V.^{2,6}, Kaprin A. D.⁷

The article presents three clinical reviews of isolated hepatic perfusion using a heart-lung machine. The probability of postoperative complications was retrospectively assessed using risk stratification programs for adverse outcomes. The conclusion is made about the effectiveness of the presented software.

Keywords: risk stratification, heart-lung machine, uveal melanoma, uveal melanoma metastases, isolated hepatic perfusion.

Relationships and Activities: none.

¹Kostroma Oncological Dispensary, Kostroma; ²B. V. Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow; ³E. I. Korolev Kostroma Regional Clinical Hospital, Kostroma; ⁴Cardiac Surgery Clinic, Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk; ⁵A. F. Tsyba Medical Radiological Research Center — branch of the National Medical Research Center of Radiology, Obninsk; ⁶I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow; ⁷P. Herzen Moscow Oncology Research

Institute — branch of the National Medical Research Center of Radiology, Moscow, Russia.

Unguryan V. M. ORCID: 0000-0003-2094-0596, Kazantsev A. N.* ORCID: 0000-0002-1115-609X, Korotkikh A. V. ORCID: 0000-0002-9709-1097, Ivanov S. A. ORCID: 0000-0001-7689-6032, Belov Yu. V. ORCID: 0000-0002-9280-8845, Kaprin A. D. ORCID: 0000-0001-8784-8415.

*Corresponding author: dr.antonio.kazantsev@mail.ru

Received: 01.06.2023 **Revision Received:** 14.06.2023 **Accepted:** 17.06.2023

For citation: Unguryan V. M., Kazantsev A. N., Korotkikh A. V., Ivanov S. A., Belov Yu. V., Kaprin A. D. Personalized choice of vascular access for isolated hepatic perfusion: analysis of complication risk stratification programs. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(7):5486. doi:10.15829/1560-4071-2023-5486. EDN UNCLBU

Коллаборация сосудистой хирургии и онкологии позволяет выполнять лечение пациентов с нерезектабельными онкологическими заболеваниями. Одним из таких являются метастазы увеальной меланомы (УМ) в печени [1-3]. Применение аппарата искусственного кровообращения при

полной изоляции печени от системного кровотока позволяет выполнить регионарную химиотерапию, что продлевает жизнь пациента на несколько лет [1-5].

Во всем мире на сегодня выполнено ~300 подобных вмешательств [1-5]. Изолированная химиопер-

Ключевые моменты

- Разработанные блок-схема и программное обеспечение позволяют выбирать оптимальный способ сосудистого доступа для реализации изолированной химиоперфузии печени на основе показаний/противопоказаний к каждому из них.
- Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии печени, подтвердило свою эффективность и может применяться в рутинной клинической практике.
- Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента, подтвердило свою эффективность и может применяться в рутинной клинической практике.

Key messages

- The developed flowchart and software allow choosing the optimal method of vascular access for isolated hepatic perfusion based on indications/contraindications for each of them.
- Software that allows determining the risk of complications (death, bleeding, composite endpoint) of different vascular access methods for isolated hepatic perfusion has proved its effectiveness and can be used in routine clinical practice.
- Software that allows calculating the risk of post-operative complications (death, bleeding, composite endpoint) based on the analysis of intra-operative characteristics of the patient has proven its effectiveness and can be used in routine clinical practice.

фузия печени (ИХП) — достаточно травматичная операция [6-8]. Однако до сих пор не было внедрено шкал и программ, позволяющих рассчитать риск послеоперационных осложнений. Пациенты, направляющиеся на ИХП, разнородны по своему коморбидному фону и возрасту [6-10]. Среди них встречаются и молодые без какой-либо серьезной сопутствующей патологии, и пожилые больные, в ряде случаев с генерализованным атеросклерозом, сахарным диабетом и т.д. [1-5]. Персонализированный подход в определении оптимальной стратегии лечения этой когорты пациентов способствовал бы снижению частоты послеоперационных осложнений.

Целью настоящей статьи стала демонстрация работы программного обеспечения, позволяющего персонализировано определить оптимальную тактику лечения пациентов с метастазами УМ печени.

Блок-схема и программное обеспечение, которое позволяет выбирать оптимальный способ сосудистого доступа для реализации ИХП на основе показаний/противопоказаний к каждому из них

Существует 3 вида сосудистого доступа для реализации ИХП. Выбор между кава-порто-артериальным или кава-артериальным осуществляется на усмотрение оперирующего хирурга. Третий вид сосудистого доступа — вынужденный. Он включает в себя ситуацию, когда интраоперационно происходит перфорация яремной вены с развитием кровотечения, что вызывает необходимость в остановке химиоперфу-

зии и дальнейшего продолжения операции. Другой вариант вынужденного доступа: кава-портальный сосудистый доступ, который применяется после многочисленных эмболизаций артерий печени.

Таким образом, на дооперационном этапе единственным противопоказанием для кава-порто-артериального или кава-артериального сосудистых доступов являются многочисленные эмболизации артерий печени в анамнезе.

Исходно блок-схема включает в себя показания или противопоказания для реализации ИХП и всех видов сосудистого доступа. Блок-схема с помощью языка программирования Python интегрирована в программное обеспечение¹. На первом этапе предлагается выбор срока с момента верификации лечения первичного очага: более года или менее года. Данный шаг в программном обеспечении представлен на рисунке 1.

На втором этапе предлагается выбрать особенность метастатического поражения печени и организма в целом: наличие резектабельных очагов в печени, наличие нерезектабельных очагов в печени, наличие преимущественного поражения печени, наличие мультиорганного поражения. Данный шаг в программном обеспечении представлен на рисунке 2.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло более года, и имеются резектабельные очаги в печени, то блок-схема предлагает выбрать количество очагов: <4 или >4. Данный этап представлен на рисунке 3.

¹ Унгурян В. М., Казанцев А. Н., Сироткин А. А., Кравчук В. Н., Ермаков В. С., Петров Л. О., Белов Ю. В. Блок-схема, интегрированная в программное обеспечение, которое позволяет выбирать оптимальный способ сосудистого доступа для реализации изолированной химиоперфузии печени на основе показаний/противопоказаний к каждому из них. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023617557, 11.04.2023. Заявка № 2023616674 от 07.04.2023.

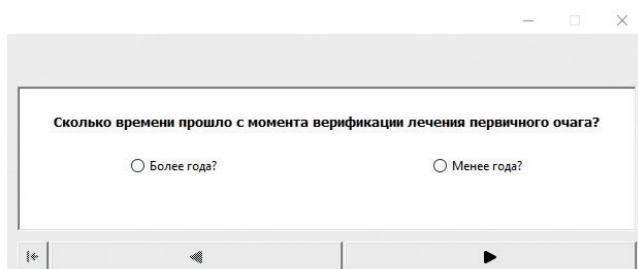


Рис. 1. Блок-схема, интегрированная в программное обеспечение: выбор срока с момента верификации лечения первичного очага.

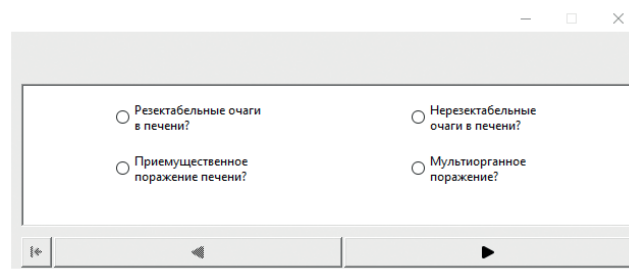


Рис. 2. Блок-схема, интегрированная в программное обеспечение: выбор особенностей метастатического поражения печени и организма в целом.

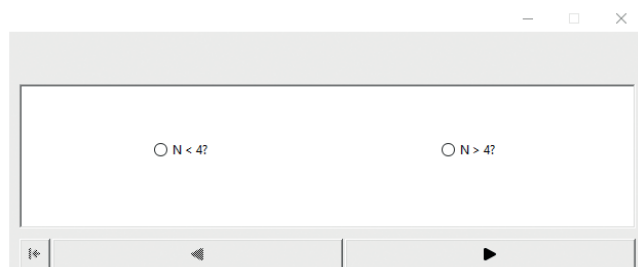


Рис. 3. Блок-схема, интегрированная в программное обеспечение: выбор количества очагов в печени.

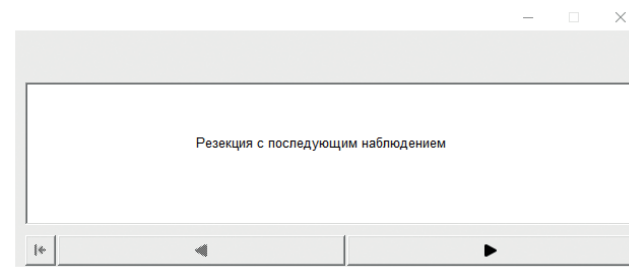


Рис. 4. Блок-схема, интегрированная в программное обеспечение: выбор в пользу резекции с последующим наблюдением.

Если очагов <4 , то блок-схема предложит их резекцию с дальнейшим наблюдением пациента. Данный этап представлен на рисунке 4.

Если очагов >4 , то блок-схема предложит реализацию ИХП и позволит выбрать вид сосудистого доступа. Для этого предлагается уточнить, выполнялись ли множественные эмболизации артерий печени в анамнезе. Данный этап представлен на рисунке 5.

Подобный интерфейс программного обеспечения имеют и другие этапы выбора. Так, если с момента верификации лечения первичного очага прошло более года и имеются нерезектабельные очаги в печени, то блок-схема предлагает выбрать процент поражения печени согласно данным компьютерной томографии (КТ): $<50\%$ или $>50\%$. При поражении $<50\%$ предлагается ИХП и далее выбор сосудистого доступа. При поражении $>50\%$ предлагается один из видов эмболизации.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло более года и имеется преимущественное поражение печени, то блок-схема предлагает выбрать процент поражения печени согласно данным КТ: $<50\%$ или $>50\%$. При поражении $<50\%$ предлагается ИХП и далее выбор сосудистого доступа. При поражении $>50\%$ предлагается один из видов эмболизации.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло более года и имеется мультиорганное поражение, то блок-схема предлагает только лекарственную терапию заболевания.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло менее года, то блок-схема предлагает выбрать особенность метастатического пораже-

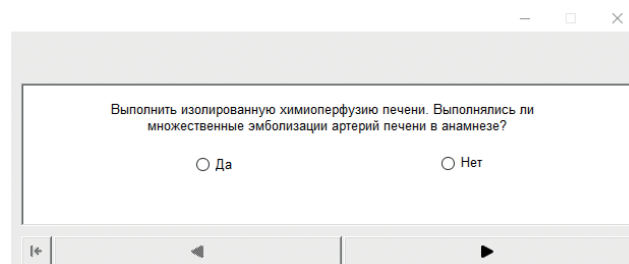


Рис. 5. Блок-схема, интегрированная в программное обеспечение: выбор вида сосудистого доступа для реализации ИХП.

ния печени и организма в целом: наличие резектабельных очагов в печени, наличие нерезектабельных очагов в печени, наличие преимущественного поражения печени, наличие мультиорганного поражения.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло менее года и имеются резектабельные очаги в печени, то блок-схема предлагает выбрать количество очагов: <4 или >4 . Если очагов <4 , то блок-схема предложит их резекцию с сочетанным выполнением ИХП. Если очагов >4 , то блок-схема предлагает выполнить только ИХП. Если значение равно 4, то может быть выбран любой из двух пунктов.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло менее года и имеются нерезектабельные очаги в печени, то блок-схема предлагает выбрать процент поражения печени согласно данным КТ: $<50\%$ или $>50\%$. При поражении $<50\%$ предлагается ИХП и далее выбор сосудистого доступа. При поражении $>50\%$ предлагается один из видов

Таблица 1

Прогностические коэффициенты
для предоперационных факторов

Показатель	Прогностический коэффициент, %
Мужской пол	1
Молодой возраст (до 44 лет)	1
Утолщение межжелудочковой перегородки >1 см	5
Утолщение комплекса интима-медиа общей сонной артерии >1 мм	3
Незначимый стеноз внутренней сонной артерии	1
Кальциноз внутренней сонной артерии	1
Варикозное расширение вен нижних конечностей	1
Гипертоническая болезнь	2
Сахарный диабет	10
Хроническая сердечная недостаточность	3
Ишемическая болезнь сердца	8
Атеросклеротическое изменение аорты	3
Анемия	6
COVID-19 в течение 6 мес. до операции	7
III класс по классификации ASA	5
IV класс по классификации ASA	7
Индекс Карновского <90	10
Индекс Чарлсона >9	10
Площадь поверхности тела >1,73 м ²	6
Индекс массы тела >24,9 кг/м ²	9
Трансартериальная химиоэмболизация печени в анамнезе	2

Таблица 2

Прогностические коэффициенты
для интраоперационных факторов

Показатель	Прогностический коэффициент, %
Длительность операции >500 мин	5
Длительность перфузии без химиопрепарата >20 мин	3
Длительность экстракорпорального кровообращения >90 мин	3
Химиоперфузия без bypass, на пережатии нижней полой вены	8
Длительность пережатия нижней полой вены >70 мин	3
Длительность химиоперфузии с химиопрепаратом >60 мин	4
Перфорация внутренней яремной вены	10
Разрыв устья правой диафрагмальной вены	2
Количество аутоотрансфузии через cellserver >700 мл	5
Кровопотеря >1500 мл	10
pCO ₂ в конце операции ниже нормы	3
pCO ₂ в конце операции выше нормы	3
pO ₂ в конце операции ниже нормы	3
pO ₂ в конце операции выше нормы	3
ctHb в конце операции ниже нормы	3
sO ₂ в конце операции выше нормы	4
sO ₂ в конце операции ниже нормы	4
Уровень глюкозы в конце операции >15,0 ммоль/л	5
Лактат в конце операции выше нормы 7 ммоль/л	15
Общий билирубин в конце операции выше нормы	4

эмболизации. Если значение равно 50, то может быть выбран любой из двух пунктов.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло менее года и имеется преимущественное поражение печени, то блок-схема предлагает выбрать процент поражения печени согласно данным КТ: <50% или >50%. При поражении <50% предлагается ИХП и далее выбор сосудистого доступа. При поражении >50% предлагается один из видов эмболизации.

Если с момента верификации лечения первичного очага прошло менее года и имеется мультиорганное поражение, то блок-схема предлагает только лекарственную терапию заболевания.

Программное обеспечение для стратификации риска послеоперационных осложнений ИХП

На основе анализа базы данных 38 клинических случаев ИХП, реализованных в Костромском онкологическом диспансере, мы выделили клинические характеристики пациентов, влияющие на развитие послеоперационных осложнений².

Среди них предоперационные и интраоперационные параметры. Для каждого из них был рассчитан

прогностический коэффициент, отражающий в цифровом эквиваленте влияние фактора на вероятность формирования неблагоприятного исхода. В таблицах 1 и 2 представлены величины прогностических коэффициентов.

Сумма прогностических коэффициентов отражала риск развития послеоперационных осложнений для пациента, направляющегося на ИХП. Мы определили следующие диапазоны вероятности: 0-30% — низкий риск; 31-60% — средний риск; 61-100% — высокий риск. Полученные расчеты с применением языка программирования Python были интегрированы в программное обеспечение:

1. Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для ИХП³.

² Унгурия В. М., Петров Л. О., Казанцев А. Н., Белов Ю. В., Каприн А. Д. Регистр случаев изолированной химиоперфузии печени, выполненной в костромском онкологическом диспансере за период с 2022 по 2023 гг. Свидетельство о регистрации базы данных 2023621367, 02.05.2023. Заявка № 2023621017 от 19.04.2023.

³ Унгурия В. М., Казанцев А. Н., Сироткин А. А., Кравчук В. Н., Ермаков В. С., Петров Л. О., Белов Ю. В. Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии печени. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023615348, 14.03.2023. Заявка № 2023614215 от 09.03.2023.

ILCScore

☐ Мужской пол

☒ Молодой возраст (до 44 лет по ВОЗ)

☐ Утолщение межжелудочковой перегородки более 1 см

☐ Утолщение комплекса интима-медиа общей сонной артерии более 1 мм

☐ Незначительный стеноз внутренней сонной артерии

☐ Кальциноз внутренней сонной артерии

☐ Варикозное расширение вен нижних конечностей

☐ Гипертоническая болезнь

☐ Сахарный диабет

☐ Хроническая сердечная недостаточность

☐ Ишемическая болезнь сердца

☐ Атеросклеротические изменения аорты

☐ Анемия

☐ COVID-19 в течение 6 месяцев до операции

☐ III класс по классификации ASA (Американского сообщества анестезиологов)

☐ IV класс по классификации ASA (Американского сообщества анестезиологов)

☐ Индекс Крановского (ECOG) менее 90

☐ Индекс Чарлсона более 9

☐ Площадь поверхности тела более 1,73 м²

☒ Индекс массы тела более 24,9 кг/м²

☐ Трансартериальная химиоэмболизация печени в анамнезе

Анализ

ILCScore
assistant

SCORE

4%

Низкий риск развития послеоперационных осложнений.

Рис. 6. Ретроспективная оценка риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии печени" в клиническом примере 1.

2. Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента⁴.

Ретроспективный анализ программ стратификации риска послеоперационных осложнений ИХП на примере клинических случаев

Клинический пример 1. Женщина, 43 года. Индекс массы тела 25,0 кг/м². Индекс Карновского =100. Индекс Чарлсона =9. В 2016г заметила острое снижение зрения. Был установлен диагноз: злокачественное новообразование сосудистой оболочки. Выполнена брахитерапия. 15.04.2022 при контрольном обследовании по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) обнаружены метастазы в S5, S6 сегментах печени. По данным трепанобиопсии установлено наличие метастазов УМ в печени. Также по данным ультразвукового исследования органов

малого таза визуализирована миома матки (увеличена до 15 нед. беременности).

Консилиумом в составе онколога, хирурга, гинеколога, анестезиолога, реаниматолога принято решение о реализации симультанного оперативного лечения: экстирпация матки с левыми придатками + изолированная артерио-портальная химиогипертермическая перфузия печени мелфаланом.

17.05.2022 реализована запланированная стратегия операции.

Послеоперационный период протекал без осложнений. На 2 сут. после вмешательства пациентка была переведена из отделения реанимации в общую палату. На 16 сут. после операции пациентка выписана из учреждения в удовлетворительном состоянии. При ретроспективной оценке риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии печени" риск осложнений оценивался как низкий и равнялся 4% (рис. 6).

При ретроспективной оценке риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития после-

⁴ Унгуриян В. М., Казанцев А. Н., Сироткин А. А., Кравчук В. Н., Ермаков В. С., Петров Л. О., Белов Ю. В. Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023616941, 04.04.2023. Заявка № 2023615095 от 21.03.2023.

ILCScore Intraoperative

Анализ

ILCScore
assistant
intraoperative

SCORE

10%

Низкий риск развития послеоперационных осложнений.

- ☐ Длительность операции более 500 минут
- ☐ Длительность перфузии без химиопрепарата более 20 минут
- ☐ Длительность экстракорпорального кровообращения более 90 минут
- ☐ Химиоперфузия без bypass, на пережатии нижней полой вены
- ☐ Длительность пережатия нижней полой вены более 70 минут
- ☐ Длительность перфузии с химиопрепаратом более 60 минут
- ☐ Перфорация внутренней яремной вены
- ☐ Разрыв устья правой диафрагмальной вены
- ☐ Объем аутоотрансфузии через Cellsaver более 700 мл
- ☒ Кровопотеря более 1500 мл
- ☐ pCO₂ в конце операции ниже нормы
- ☐ pCO₂ в конце операции выше нормы
- ☐ pO₂ в конце операции ниже нормы
- ☐ pO₂ в конце операции выше нормы
- ☐ ctHb в конце операции ниже нормы
- ☐ sO₂ в конце операции ниже нормы
- ☐ sO₂ в конце операции выше нормы
- ☐ Уровень глюкозы в конце операции выше 15 мМоль/л
- ☐ Лактат в конце операции более 7 мМоль/л
- ☐ Билирубин в конце операции выше нормы

Рис. 7. Ретроспективная оценка риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента" в клиническом примере 1.

операционных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента" риск осложнений оценивался как низкий и равнялся 10% (рис. 7).

Таким образом, оба программных обеспечения ретроспективно определили низкий риск развития послеоперационных осложнений у пациентки, что подтвердилось положительным исходом лечения.

Клинический пример 2. Мужчина, 55 лет. Индекс массы тела 22,0 кг/м². Индекс Карновского =90. Индекс Чарлсона =8. В 2018г заметил снижение зрения. Был установлен диагноз: злокачественное новообразование сосудистой оболочки. Выполнена энуклеация правого глаза. Через 3 года при контрольном обследовании по данным МРТ обнаружены метастазы в S8 сегменте печени. По данным трепанобиопсии установлено наличие метастазов УМ в печени.

По данным дуплексного сканирования брахиоцефальных артерий выявлено утолщение комплекса интима-медиа общей сонной артерии до 1,2 мм, кальциноз внутренних сонных артерий. Также у пациента выявлена следующая коморбидная патология: Гипертоническая болезнь II, риск 2; хроническая сердечная недостаточность 2 функционального класса по NYHA; ишемическая болезнь сердца; атеросклероз аорты; хронический панкреатит; хронический колит; дивертикулез сигмовидной кишки.

Консилиумом в составе онколога, хирурга, анестезиолога, реаниматолога принято решение о реализации оперативного лечения: изолированная артериопортальная химиогипертермическая перфузия печени мелфаланом. 01.11.2022 реализована запланированная стратегия операции. Ранний послеоперационный период протекал без особенностей. Однако 02.11.2022 отмечено нарастание уровня печеночных ферментов, продолжающееся геморрагическое отделяемое по дренажам (1020 мл крови). Принято решение о релапаротомии. По данным повторной операции источником кровотечения явилась задняя верхняя панкреатическая артерия, место кровотечения прошито полипропиленовой нитью 5/0. При ревизии зоны операции общая печеночная артерия не пульсирует. Выполнена артериотомия. В просвете артерии — тромботические массы. Причина тромбоза — отслоившаяся интима. Выполнена тромбэктомия с резекцией интимы. Произведена пластика артерии аутовенозной (из большой подкожной вены) заплатой. В послеоперационном периоде отмечается дальнейшее нарастание печеночной недостаточности с последующим летальным исходом.

При ретроспективной оценке риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии

ILCScore

☒ Мужской пол

☐ Молодой возраст (до 44 лет по ВОЗ)

☒ Утолщение межжелудочковой перегородки более 1 см

☒ Утолщение комплекса интима-медиа общей сонной артерии более 1 мм

☐ Незначимый стеноз внутренней сонной артерии

☒ Кальциноз внутренней сонной артерии

☐ Варикозное расширение вен нижних конечностей

☒ Гипертоническая болезнь

☐ Сахарный диабет

☒ Хроническая сердечная недостаточность

☒ Ишемическая болезнь сердца

☒ Атеросклеротические изменения аорты

☐ Анемия

☐ COVID-19 в течение 6 месяцев до операции

☐ III класс по классификации ASA (Американского сообщества анестезиологов)

☐ IV класс по классификации ASA (Американского сообщества анестезиологов)

☐ Индекс Крановского (ECOG) менее 90

☐ Индекс Чарлсона более 9

☐ Площадь поверхности тела более 1,73 м²

☐ Индекс массы тела более 24,9 кг/м²

☐ Трансартеральная химиоэмболизация печени в анамнезе

Анализ

ILCScore
assistant

SCORE

31%

Средний риск развития послеоперационных осложнений.

Рис. 8. Ретроспективная оценка риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии печени" в клиническом примере 2.

печени" риск осложнений оценивался как средний и равнялся 31% (рис. 8).

При ретроспективной оценке риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента" риск осложнений оценивался как низкий и равнялся 11% (рис. 9).

Таким образом, первое программное обеспечение ретроспективно определило средний риск формирования послеоперационных осложнений у пациента, что подтвердилось развитием кровотечения, тромбоза и летального исхода.

Клинический пример 3. Женщина, 68 лет. Индекс массы тела 33,0 кг/м². Индекс Карновского = 100. Индекс Чарлсона = 10. В январе 2022г заметила снижение зрения в правом глазу. Был установлен диагноз: злокачественное новообразование сосудистой оболочки. Выполнена поднадкостничная экстерияция орбиты справа с сохранением век. Через 3 мес. при контрольном обследовании по данным МРТ обнаружены метастазы в печени (метахромное поражение). По данным трепанобиопсии установлено наличие метастазов УМ в печени.

По данным дуплексного сканирования брахиоцефальных артерий выявлено утолщение комплекса интима-медиа общей сонной артерии до 1,7 мм, гемодинамически незначимые стенозы внутренних

сонных артерий. По данным эхокардиографии определено утолщение межжелудочковой перегородки (12 мм), фракция выброса левого желудочка 75%. Также у пациентки выявлена следующая коморбидная патология: Гипертоническая болезнь II, риск 2; хроническая сердечная недостаточность 1 функционального класса по NYHA; ишемическая болезнь сердца; атеросклероз аорты.

Консилиумом в составе онколога, хирурга, анестезиолога, реаниматолога принято решение о реализации оперативного лечения: изолированная артерио-портальная химиогипертермическая перфузия печени мелфаланом. 16.09.2022 реализована запланированная стратегия операции. Нужно добавить, что во время операции появилась необходимость в адреналэктомии справа. При изоляции ретропеченочного сегмента нижней полой вены обычно пересекаются все венозные притоки, в т.ч. правая надпочечниковая вена. Через последнюю, как правило, дренируется до 80% крови. В случае неразвитых коллатералей, которые отводят кровь от надпочечника в правую почечную вену, происходит его критическое полнокровие. Данное состояние может привести к кровотечению в послеоперационном периоде. Поэтому адреналэктомия выполнялась с целью профилактики геморрагических осложнений.

В раннем послеоперационном периоде отмечено поступление кровяного отделяемого по дренажам (1100 мл). Принято решение о проведении релапаротомии. Выявленный источник кровотечения —

ILCScore Intraoperative

Анализ

ILCScore assistant intraoperative

SCORE

11%

Низкий риск развития послеоперационных осложнений.

- ☐ Длительность операции более 500 минут
- ☐ Длительность перфузии без химиопрепарата более 20 минут
- ☐ Длительность экстракорпорального кровообращения более 90 минут
- ☐ Химиоперфузия без bypass, на пережатии нижней полой вены
- ☐ Длительность пережатия нижней полой вены более 70 минут
- ☐ Длительность перфузии с химиопрепаратом более 60 минут
- ☐ Перфорация внутренней яремной вены
- ☐ Разрыв устья правой диафрагмальной вены
- ☐ Объем аутоотрансфузии через CellSaver более 700 мл
- ☐ Кровопотеря более 1500 мл
- ☐ pCO₂ в конце операции ниже нормы
- ☐ pCO₂ в конце операции выше нормы
- ☐ pO₂ в конце операции ниже нормы
- ☒ pO₂ в конце операции выше нормы
- ☒ ctHb в конце операции ниже нормы
- ☐ sO₂ в конце операции ниже нормы
- ☐ sO₂ в конце операции выше нормы
- ☒ Уровень глюкозы в конце операции выше 15 мМоль/л
- ☐ Лактат в конце операции более 7 мМоль/л
- ☐ Билирубин в конце операции выше нормы

Рис. 9. Ретроспективная оценка риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента" в клиническом примере 2.

ILCScore

Анализ

ILCScore assistant

SCORE

64%

Высокий риск развития послеоперационных осложнений.

- ☐ Мужской пол
- ☐ Молодой возраст (до 44 лет по ВОЗ)
- ☒ Утолщение межжелудочковой перегородки более 1 см
- ☒ Утолщение комплекса интима-медиа общей сонной артерии более 1 мм
- ☒ Незначительный стеноз внутренней сонной артерии
- ☐ Кальциноз внутренней сонной артерии
- ☐ Варикозное расширение вен нижних конечностей
- ☒ Гипертоническая болезнь
- ☐ Сахарный диабет
- ☒ Хроническая сердечная недостаточность
- ☒ Ишемическая болезнь сердца
- ☒ Атеросклеротические изменения аорты
- ☐ Анемия
- ☐ COVID-19 в течение 6 месяцев до операции
- ☐ III класс по классификации ASA (Американского сообщества анестезиологов)
- ☒ IV класс по классификации ASA (Американского сообщества анестезиологов)
- ☐ Индекс Крановского (ECOG) менее 90
- ☒ Индекс Чарлсона более 9
- ☒ Площадь поверхности тела более 1,73 м²
- ☒ Индекс массы тела более 24,9 кг/м²
- ☐ Трансартериальная химиоэмболизация печени в анамнезе

Рис. 10. Ретроспективная оценка риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии печени" в клиническом примере 3.

мышцы передней брюшной стенки. В дальнейшем послеоперационный период протекал без особенностей. Пациентка выписана из учреждения в удовлетворительном состоянии.

При ретроспективной оценке риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее определять риск развития осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) разных способов сосудистого доступа для изолированной химиоперфузии печени" риск осложнений оценивался как высокий и равнялся 64% (рис. 10).

При ретроспективной оценке риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента" риск осложнений оценивался как низкий и равнялся 14% (рис. 11).

Таким образом, первое программное обеспечение ретроспективно определило высокий риск формирования послеоперационных осложнений у пациента, что подтвердилось развитием кровотечения.

Исследование одобрено Локальным этическим комитетом Российского научного центра хирургии имени академика Б. В. Петровского, г. Москва. Дата 16.02.2023. Выписка из заседания Локального этического комитета № 2 от 16.02.2023г.

Обсуждение

По данным литературы летальность в госпитальном периоде после ИХП может достигать 27%. Среди причин выделяются как сосудистые осложнения (кровотечения, тромбозы), так и общесистемные (печеночная недостаточность, системная полиорганная недостаточность).

В настоящее время существует два зарекомендовавших себя способа создания программного обеспечения стратификации риска послеоперационных осложнений. Первый основан на сложных статистических анализах и возможен при наличии крупных выборок пациентов. При помощи применения бинарного логистического регрессионного анализа определяются предикторы развития осложнений и протективные факторы. На основе их наличия или отсутствия создается программное обеспечение с внедрением в него интегративных показателей (сумма факторов). Такой метод зарекомендовал себя в одном из исследований отечественных авторов, посвященном стратификации риска симультанных вмешательств на коронарном и брахиоцефальном бассейнах [11–15].

Второй способ основан на вычислении прогностических коэффициентов каждого фактора, имеющегося у пациента. Прогностический показатель — математическая величина, выражающаяся в "%", отражающая вероятность развития осложнения. Сумма

прогностических коэффициентов демонстрирует общий риск развития неблагоприятных послеоперационных событий у больного. Такая методика хороша тем, что она может применяться для создания программного обеспечения и в больших, и в малых выборках. Так, в исследовании Стрелкова Д. А. и др. компьютерная программа "TAVISCORE" была создана на основе анализа когорты из двух групп: 1 группа (n=61) — открытое протезирование аортального клапана; 2 группа (n=67) — транскатетерная имплантация аортального клапана⁵. Для каждого из этих вмешательств "TAVISCORE" эффективно рассчитывала риск развития послеоперационных осложнений [16].

В исследовании Захеряева А. Б. и др. было создано программное обеспечение, позволяющее определить риск развития тромбоза шунта и ампутации конечности в отдаленном послеоперационном периоде после бедренно-подколенного шунтирования⁶. Были проанализированы результаты 473 операций [17]. Авторы выделили шесть видов операций, и для каждого из них на основе прогностических коэффициентов программа рассчитывала вероятность развития указанных осложнений. Наименьшие группы включали 9 пациентов с применением синтетического протеза, 59 — аутовены *"in situ"* и 73 — вены верхней конечности [17]. Анализ показал эффективность представленного программного обеспечения.

В исследовании Казанцева А. Н. и др. способ расчета прогностических коэффициентов для последующего создания программного обеспечения стратификации риска был реализован на основе самой большой на сегодня выборки из 25812 пациентов [18–21]. Продуктом этой работы стала компьютерная программа carotidscore.ru, позволяющая рассчитывать вероятность развития неблагоприятных кардиоваскулярных событий после каротидной эндартэктомии [18–21].

Еще один интерактивный калькулятор на основе расчета прогностических коэффициентов был создан Тарасовым Р. С. и Ганюковым В. И.⁷. Данная разработка позволяет определить оптимальный способ реваскуляризации миокарда при наличии инфаркта миокарда с элевацией сегмента ST [22]. В свою очередь, Черных К. П. и др. предложили программное

⁵ Стрелков Д. А., Зубарев Д. Д., Пишугин А. С., Гурьев В. В., Куликов Д. И., Постникова З. Н., Кравчук В. Н., Жарова А. С., Казанцев А. Н. TAVISCORE. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022666343, 30.08.2022. Заявка № 2022665834 от 29.08.2022.

⁶ Захеряев А. Б., Виноградов Р. А., Бутаев С. Р., Тумасов Д. М., Бахишев Т. Э., Дербилов А. И., Кравчук В. Н., Казанцев А. Н. Программа для прогнозирования вероятности развития тромбоза бедренно-подколенного шунта и ампутации нижней конечности в отдаленном периоде наблюдения. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022612588, 28.02.2022. Заявка № 2022612036 от 17.02.2022.

⁷ Тарасов Р. С., Ганюков В. И., Барбараш О. Л., Барбараш Л. С. Способ реваскуляризации множественного поражения коронарного русла при инфаркте миокарда с элевацией сегмента ST. Патент на изобретение RU 2544096 C1, 10.03.2015. Заявка № 2013147211/14 от 22.10.2013.

ILCScore Intraoperative

Анализ

ILCScore
assistant
intraoperative

SCORE

14%

Низкий риск развития послеоперационных осложнений.

Длительность операции более 500 минут

Длительность перфузии без химиопрепарата более 20 минут

Длительность экстракорпорального кровообращения более 90 минут

Химииперфузия без bypass, на пережатии нижней полой вены

Длительность пережатия нижней полой вены более 70 минут

Длительность перфузии с химиопрепаратом более 60 минут

Перфорация внутренней яремной вены

Разрыв устья правой диафрагмальной вены

Объем аутотрансфузии через Cellsaver более 700 мл

Кровопотеря более 1500 мл

☒ pCO₂ в конце операции ниже нормы

☐ pCO₂ в конце операции выше нормы

☐ pO₂ в конце операции ниже нормы

☒ pO₂ в конце операции выше нормы

☒ ctHb в конце операции ниже нормы

☐ sO₂ в конце операции ниже нормы

☐ sO₂ в конце операции выше нормы

☒ Уровень глюкозы в конце операции выше 15 ммоль/л

☐ Лактат в конце операции более 7 ммоль/л

☐ Билирубин в конце операции выше нормы

Рис. 11. Ретроспективная оценка риска осложнений ИХП согласно программе "Программное обеспечение, позволяющее рассчитать риск развития послеоперационных осложнений (летальный исход, кровотечение, комбинированная конечная точка) на основе анализа интраоперационных характеристик пациента" в клиническом примере 3.

обеспечение, действующее по такому же принципу и предлагающее персонифицированную оптимальную тактику лечения варикозной болезни нижних конечностей⁸ [23, 24].

Нужно отметить, что существуют иные популярные калькуляторы стратификации риска осложнений: Syntax Score, Euro Score II, STS score [25-27]. Идея их создания основана на определении предикторов развития неблагоприятных кардиоваскулярных событий в результате сложных статистических анализов. Они нашли свое применение в сердечно-сосудистой хирургии и доказали высокую эффективность [25-27]. Однако их минусом является то, что они не способны определять оптимальный способ лечения, как это делают российские разработки.

Наравне с созданием многочисленных программных обеспечений стратификации риска послеоперационных осложнений в сосудистой хирургии набирает популярность направление по внедрению методов компьютерного моделирования [28-30]. В частности, в одном из исследований авторы предложили анализировать потоки крови и физические основы бифуркации сонных артерий после каротидной эндактерэктомии. При выявлении участков

с турбулентным кровотоком и зонами застоя крови пациенты относились к больным с высоким риском рестеноза внутренней сонной артерии [28-30]. Это позволяло вести более частый визуализационный скрининг в средне-отдаленном и отдаленном периодах наблюдения для реализации превентивных действий развития ишемического инсульта, связанного с потерей просвета сосуда [28-30].

Предложенные компьютерные программы стратификации риска послеоперационных осложнений ИХП являются первыми во всем мире. Требуется дальнейшее увеличение выборки пациентов с интеграцией результатов лечения в предложенные программные обеспечения для повышения точности и эффективности стратификации риска осложнений ИХП.

Ограничение исследования. Небольшое число клинических наблюдений.

Заключение

Программные обеспечения стратификации риска послеоперационных осложнений ИХП могут применяться мультидисциплинарной командой при выборе способа лечения пациентов с метастазами УМ в печени.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

⁸ Черных К. П., Казанцев А. Н., Багдавадзе Г. Ш., Лидер Р. Ю., Жарова А. С., Кравчук В. Н. PHLEBOSCORE. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022665852, 22.08.2022. Заявка № 2022664838 от 10.08.2022.

Литература/References

- Amaro A, Gangemi R, Piaggio F, et al. The biology of uveal melanoma. *Cancer Metastasis Rev.* 2017;36(1):109-40. doi:10.1007/s10555-017-9663-3.
- Aronow ME, Topham AK, Singh AD. Uveal Melanoma: 5-Year Update on Incidence, Treatment, and Survival (SEER 1973-2013). *Ocul Oncol Pathol.* 2018;4(3):145-51. doi:10.1159/000480640.
- Kaliki S, Shields CL. Uveal melanoma: relatively rare but deadly cancer. *Eye (Lond).* 2017;31(2):241-57. doi:10.1038/eye.2016.275.
- Alexander HR Jr, Libutti SK, Pingpank JF, et al. Hyperthermic isolated hepatic perfusion using melphalan for patients with ocular melanoma metastatic to liver. *Clin Cancer Res.* 2003;9(17):6343-9.
- Shields CL, Shields JA. Ocular melanoma: relatively rare but requiring respect. *Clin Dermatol.* 2009;27(1):122-33. doi:10.1016/j.clindermatol.2008.09.010.
- Ulmer A, Beutel J, Süßkind D, et al. Visualization of circulating melanoma cells in peripheral blood of patients with primary uveal melanoma. *Clin Cancer Res.* 2008;14(14):4469-74. doi:10.1158/1078-0432.CCR-08-0012.
- Rowcroft A, Loveday BPT, Thomson BNJ, et al. Systematic review of liver directed therapy for uveal melanoma hepatic metastases. *HPB (Oxford).* 2020;22(4):497-505. doi:10.1016/j.hpb.2019.11.002.
- Ben-Shabat I, Belgrano V, Ny L, et al. Long-Term Follow-Up Evaluation of 68 Patients with Uveal Melanoma Liver Metastases Treated with Isolated Hepatic Perfusion. *Ann Surg Oncol.* 2016;23(4):1327-34. doi:10.1245/s10434-015-4982-5.
- Yang XY, Xie F, Tao R, et al. Treatment of liver metastases from uveal melanoma: a retrospective single-center analysis. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int.* 2013;12(6):602-6. doi:10.1016/s1499-3872(13)60095-8.
- Ben-Shabat I, Belgrano V, Hansson C, Olofsson Bagge R. The effect of perfusate buffering on toxicity and response in isolated hepatic perfusion for uveal melanoma liver metastases. *Int J Hyperther.* 2017;1-17.
- Tarasov RS, Kazantsev AN, Ivanov SV, et al. Risk factors for adverse outcomes of various surgical strategies for the treatment of patients with combined lesions of the coronary bed and carotid arteries in the 30-day postoperative period. *Circulatory pathology and cardiac surgery.* 2018;22(1):36-48. (In Russ.) Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Иванов С.В. и др. Факторы риска неблагоприятного исхода различных хирургических стратегий лечения пациентов с сочетанным поражением коронарного русла и сонных артерий в 30-дневном послеоперационном периоде. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2018;22(1):36-48. doi:10.21688/1681-3472-2018-1-36-48.
- Kazantsev AN, Korotkikh AV, Lider RY, et al. Mathematical Model for the Choice of Tactics of Revascularization in Case of Combined Lesions of the Carotid and Coronary Arteries. *Curr Probl Cardiol.* 2023;48(1):101436. doi:10.1016/j.cpcardiol.2022.101436.
- Tarasov RS, Kazantsev AN, Ivanov SV, et al. Surgical treatment of multifocal atherosclerosis: pathology of the coronary and brachiocephalic beds and predictors of early adverse events. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2017;16(4):37-44. (In Russ.) Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Иванов С.В. и др. Хирургическое лечение мультифокального атеросклероза: патология коронарного и брахиоцефального бассейнов и предикторы развития ранних неблагоприятных событий. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2017;16(4):37-44. doi:10.15829/1728-8800-2017-4-37-44.
- Kazantsev AN, Tarasov RS, Burkov NN, et al. Hospital results of percutaneous coronary intervention and carotid endarterectomy in hybrid and staged regimens. *Angiology and vascular surgery.* 2019;25(1):101-7. (In Russ.) Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Бурков Н.Н. и др. Госпитальные результаты чрескожного коронарного вмешательства и каротидной эндауректомии в гибридном и поэтапном режимах. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2019;25(1):101-7. doi:10.33529/angio2019114.
- Tarasov RS, Kazantsev AN, Burkov NN, et al. Structure of hospital and long-term complications of surgical treatment of stenotic lesions of the coronary and carotid arteries. *Angiology and vascular surgery.* 2020;26(1):89-95. (In Russ.) Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Бурков Н.Н. и др. Структура госпитальных и отдаленных осложнений хирургического лечения стенотических поражений коронарных и сонных артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2020;26(1):89-95. doi:10.33529/ANGIO2020113.
- Strelkov DA, Zubarev DD, Pischugin AS, et al. Taviscore — a computer program for risk stratification of complications after interventions on the aortic valve in patients with reduced ejection fraction. *Russian Journal of Cardiology.* 2023;28(1):5283. (In Russ.) Стрелков Д.А., Зубарев Д.Д., Пищугин А.С. и др. Taviscore — компьютерная программа стратификации риска осложнений после вмешательств на аортальном клапане у пациентов со сниженной фракцией выброса. *Российский кардиологический журнал.* 2023;28(1):5283. doi:10.15829/1560-4071-2023-5283.
- Zakeryaev AB, Vinogradov RA, Sukhoruchkin PV, et al. Long-term results of a new method of femoral-popliteal shunting. *Russian Journal of Cardiology.* 2022;27(8):4843. (In Russ.) Закарьяев А.Б., Виноградов Р.А., Сухоручкин П.В. и др. Отдаленные результаты нового способа бедренно-подколенного шунтирования. *Российский кардиологический журнал.* 2022;27(8):4843. doi:10.15829/1560-4071-2022-4843.
- Kazantsev AN, Khasanova DD, Alpatkaya AD, et al. Carotidscore.ru — risk stratification of complications after carotid endarterectomy. *Russian Journal of Cardiology.* 2022;27(5):5031. (In Russ.) Казанцев А.Н., Хасанова Д.Д., Алпаткая А.Д. и др. Carotidscore.ru — стратификация риска осложнений после каротидной эндауректомии. *Российский кардиологический журнал.* 2022;27(5):5031. doi:10.15829/1560-4071-2022-5031. EDN KXSMIZ.
- Kazantsev AN, Korotkikh AV, Lider R, et al. Results of carotid endarterectomy with the use of temporary shunts with reduced retrograde pressure in the internal carotid artery - analysis of the multicenter Russian register. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;39(3):244-50. doi:10.1007/s12055-023-01487-7.
- Kazantsev AN, Korotkikh AV, Unguryan VM, Belov YV. Update in Carotid Disease. *Curr Probl Cardiol.* 2023;48(6):101676. doi:10.1016/j.cpcardiol.2023.101676.
- Kazantsev AN, Abdullaev IA, Danilchuk LB, et al. CAROTIDSCORE.RU-The first Russian computer program for risk stratification of postoperative complications of carotid endarterectomy. *Vascular.* 2022;17085381221124709. doi:10.1177/17085381221124709.
- Tarasov RS, Ganyukov VI. Determining the optimal revascularization strategy in patients with st-segment elevation myocardial infarction with multivessel coronary disease using an interactive calculator. *Complex problems of cardiovascular diseases.* 2015;4:42-52. (In Russ.) Тарасов Р.С., Ганюков В.И. Определение оптимальной стратегии реваскуляризации у больных инфарктом миокарда с элевацией сегмента st при многососудистом поражении коронарного русла при помощи интерактивного калькулятора. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2015;4:42-52.
- Chernykh KP, Kubachev KG, Kazantsev AN, et al. Predictors of the development of recanalization in patients with varicose disease of the lower extremities after combined phlebectomy. *Medicine in Kuzbass.* 2020;19(4):25-32. (In Russ.) Черных К.П., Кубачев К.Г., Казанцев А.Н. и др. Предикторы развития реканализации у пациентов с варикозной болезнью нижних конечностей после комбинированной флебэктомии. *Медицина в Кузбассе.* 2020;19(4):25-32. doi:10.24411/2687-0053-2020-10036.
- Chernykh KP, Kubachev KG, Kazantsev AN, et al. Severity of the clinical effect and the level of pain in patients after endovascular laser obliteration and combined phlebectomy. *Medicine in Kuzbass.* 2020;19(2):5-12. (In Russ.) Черных К.П., Кубачев К.Г., Казанцев А.Н. и др. Выраженность клинического эффекта и уровень болевого синдрома у пациентов после эндоваскулярной лазерной облитерации и комбинированной флебэктомии. *Медицина в Кузбассе.* 2020;19(2):5-12. doi:10.24411/2687-0053-2020-10011.
- Vachev AN, Tereshina OV, Dmitriev OV, et al. Risk factors for myocardial infarction during carotid endarterectomy in high-risk patients with coronary artery disease. *Russian Journal of Cardiology.* 2022;27(12):5267. (In Russ.) Вачев А.Н., Терешина О.В., Дмитриев О.В. и др. Факторы риска развития инфаркта миокарда при выполнении операции каротидной эндауректомии у пациентов с ишемической болезнью сердца высокого риска. *Российский кардиологический журнал.* 2022;27(12):5267. doi:10.15829/1560-4071-2022-5267.
- Prokhorikhin AA, Tarkova AA, Zubarev DD, et al. Surgical aspects and results of a single-center prospective register of transcatheter aortic valve implantation. *Russian Journal of Cardiology.* 2018;11(1):77-82. (In Russ.) Прохоришин А.А., Таркова А.А., Зубарев Д.Д. и др. Хирургические аспекты и непосредственные результаты одноцентрового проспективного регистра транскатетерной имплантации протеза аортального клапана. *Российский кардиологический журнал.* 2018;11(1):77-82. doi:10.15829/1560-4071-2018-11-77-82.
- Tarasov RS, Kazantsev AN, Barbarash LS, et al. The results of an aimed incomplete myocardial revascularization with low invasive and standard techniques of coronary bypass. *Russian Journal of Cardiology.* 2018;7(7):47-52. (In Russ.) Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Барбараш Л.С. и др. Результаты целесообразной неполной реваскуляризации миокарда с использованием миниинвазивной и стандартной техники коронарного шунтирования. *Российский кардиологический журнал.* 2018;7(7):47-52. doi:10.15829/1560-4071-2018-7-47-52.
- Kazantsev AN, Korotkikh AV, Lider RY, et al. Computer Modeling of Carotid Endarterectomy With the Different Shape Patches and Prediction of the Atherosclerotic Plaque Formation Zones. *Curr Probl Cardiol.* 2023;48(2):101505. doi:10.1016/j.cpcardiol.2022.101505.
- Kazantsev AN, Vinogradov RA, Zakharov YuN, et al. Prediction of restenosis after carotid endarterectomy by computer simulation. *Emergency medical care. Journal them. N.V. Sklifosovsky.* 2021;10(2):401-7. (In Russ.) Казанцев А.Н., Виноградов Р.А., Захаров Ю.Н. и др. Прогнозирование рестеноза после каротидной эндауректомии методом компьютерного моделирования. *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского.* 2021;10(2):401-7. doi:10.23934/2223-9022-2021-10-2-401-407.
- Kazantsev AN, Burkov NN, Borisov VG, et al. Computer modeling of hemodynamic parameters in the bifurcation of the carotid arteries after carotid endarterectomy. *Angiology and vascular surgery.* 2019;25(3):107-12. (In Russ.) Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Борисов В.Г. и др. Компьютерное моделирование гемодинамических показателей в бифуркации сонных артерий после каротидной эндауректомии. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2019;25(3):107-12. doi:10.33529/ANGIO2019311.