



№3 (16) 2025

ВЕСТНИК

оперативной хирургии и
топографической
анатомии

ISSN 2713-3273

октябрь
том 6

vestnikohita.ru

ВЕСТНИК ОПЕРАТИВНОЙ ХИРУРГИИ И ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ

Периодический электронный научно-практический журнал
(сетевое издание)
Издается с 2020 года

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Жуковская Е.В. – *национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Д. Рогачева (Москва, Россия)*

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Пешиков О.В. – *Южно-Уральский государственный медицинский университет (Челябинск, Россия)*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Белов Д.В. – *Южно-Уральский государственный медицинский университет (Челябинск, Россия)*

Бугаевский К.А. – *(Новая Каховка, Россия)*

Дыдыкин С.С. – *Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Москва, Россия)*

Жарылкасынова Г.Ж. – *Бухарский государственный медицинский институт (Бухара, Узбекистан)*

Костюченко М.В. – *Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия)*

Пешикова М.В. – *Южно-Уральский государственный медицинский университет (Челябинск, Россия)*

Походенько-Чудакова И.О. – *Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)*

Урбанский А.К. – *Оренбургский государственный медицинский университет (Оренбург, Россия)*

Чукичев А.В. – *Южно-Уральский государственный медицинский университет (Челябинск, Россия)*

Шуляковская А.С. – *Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия)*

Velaev Y.B. – *LIV Hospital Ulus (Antalya, Turkey)*

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

Тур Е.В. – *Южно-Уральский государственный медицинский университет (Челябинск, Россия)*

3 (16)'2025

Том 6

ISSN 2713-3273

Журнал представлен в следующих международных базах данных и информационно-справочных изданиях: РИНЦ, elibrary.ru, cyberleninka.ru, google scholar

Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. Выходит 3 раза в год, распространяется бесплатно. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: www.vestnikohita.ru

Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только при наличии активной ссылки в соответствии с лицензией Creative Commons Attribution 3.0.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ЭЛ №ФС77-79753 от 27.11.2020.

Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16)

ISSN 2713-3273



9 772713 327002 >

Адрес учредителя/издателя/редакции: 454079, г. Челябинск, ул. Трашутина, 49.

E-mail: vestnikohita@gmail.com. Тел./факс +7 (904) 305-30-63.

Подписан в печать 27.10.2025. Дата выхода: 31.10.2025.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Аристова Д.Е., Чуриков П.А., Азаркина В.А.</i> Модификация формирования стебельчатого лоскута у детей: разработка челябинских хирургов	4
<i>Безрученко Е.В.</i> Непосредственные результаты лечения гемодинамически значимого стеноза сонных артерий: систематический обзор	8
<i>Бобик С.Р., Шлепотина Н.М.</i> Врожденная аниридия как комплексная проблема фундаментальной и практической медицины	13
<i>Бородулина М.Д.</i> Применение 3D-моделирования в преподавании анатомии в высших учебных заведениях	19
<i>Бураева М.А., Рыжова К.А.</i> Сравнительная характеристика лапароскопического и лапаротомического доступа в хирургическом лечении злокачественных новообразований матки: систематический обзор	22
<i>Горбач Л.А.</i> Искусственный интеллект в хирургии: направления использования и риски	27
<i>Махнина П.О., Шлепотина Н.М.</i> Цвет радужной оболочки глаз: генетические и офтальмологические аспекты	34
<i>Медведев И.Б., Медведева А.И., Самодурова Е.В., Арсютов А.Д., Романцов К.К., Мишанин П.С., Мусукаев А.А., Дергачёва Н.Н., Егорова Н.С.</i> Анализ причин снижения эффективности анти-VEGF терапии при возрастной макулярной дегенерации	40
<i>Соболева Е.В., Салимова Э.Р.</i> Толерантность к неопределенности как психологический фактор профессиональной эффективности хирургов	46
<i>Чурюмов А.А., Литвина Е.В., Тасуев Д.Ш.</i> Современные подходы к хирургическому лечению острого нарушения мезентериального кровообращения	50

Аристова Д.Е. Модификация формирования стебельчатого лоскута у детей: разработка челябинских хирургов / Д.Е. Аристова, П.А. Чуриков, В.А. Азаркина // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 4-7

УДК 617.586-001-089.844(048.8)

МОДИФИКАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТЕБЕЛЬЧАТОГО ЛОСКУТА У ДЕТЕЙ: РАЗРАБОТКА ЧЕЛЯБИНСКИХ ХИРУРГОВ

АРИСТОВА Д.Е., ЧУРИКОВ П.А., АЗАРКИНА В.А.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия

Аннотация

В статье рассмотрена модификация метода "Филатовского стебля", которая была предложена челябинскими хирургами для коррекции пролежневых дефектов у пациента с тяжелой неврологической патологией. Обоснована несостоятельность классического оперативного вмешательства в данной ситуации, которая обусловила необходимость в изменении тактики хирургического лечения. Описана техника выполнения, отличия данного метода от классического подхода; оценена потенциальная эффективность применяемого способа в краткосрочной перспективе, а также обозначены проблемы, которые возникли спустя длительное время с момента операции.

Ключевые слова: кожный лоскут, пролежневый дефект, перемещенные ткани, Филатовский стебель, иннервация, нижний парализ, *spina bifida*, синдром Арнольда-Киари

MODIFIED TECHNIQUE FOR PEDIATRIC PEDICLE FLAP FORMATION: A CHELYABINSK SURGICAL DEVELOPMENT

ARISTOVA D.E., CHURIKOV P.A., AZARKINA V.A.

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

The article discusses a modification of the Filatov stem method, proposed by surgeons from Chelyabinsk for the correction of a pressure ulcer defect in a patient with severe neurological pathology. It justifies the inadequacy of the classical surgical intervention in this situation, which necessitated a change in the surgical treatment strategy. The technique of the procedure is described, highlighting its differences from the classical approach; the potential effectiveness of the applied method in the short term is assessed, and problems that arose long after the surgery are outlined.

Keywords: skin flap, pressure ulcer defect, displaced tissues, Filatov stem, innervation, lower paraparesis, *spina bifida*, Arnold-Ciari malformation

* Сведения об авторах:

Аристова Дарья Евгеньевна, e-mail: aristovadasha221@icloud.com, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Чуриков Павел Андреевич, e-mail: PchMilkis@yandex.ru, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Азаркина Виктория Александровна, e-mail: azarkinaaaaavika@mail.ru, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Актуальность. Самое раннее историческое описание перемещения кожного лоскута, дошедшее до наших дней, относится к 1000 году до нашей эры. Это подробное описание было сделано в древней рукописи под названием «Самхита» выдающимся врачом древности Сушрутой, которого часто называют отцом пластической хирургии. В этом труде впервые систематически излагались методы восстановления утраченных тканей с использованием перемещённых кожных лоскутов, что на тысячелетия опередило своё время [4]. Однако, несмотря на колоссальные достижения современной медицины, включая развитие микрохирургии, появление антибиотиков широкого спектра действия, совершенствование методов хирургической обработки ран и внедрение новейших перевязочных материалов, проблема лечения обширных гнойно-некротических ран мягких тканей не только не утратила своей остроты, но и продолжает сохранять высокую клиническую значимость. Эта проблема остаётся одной из самых сложных в реконструктивной и гнойной хирургии. Более того, на сегодняшний день так и не разработаны оптимальные, унифицированные и доказательно обоснованные доктрины (то есть стратегии и алгоритмы лечения) при реконструкции обширных дефектов мягких тканей, особенно в условиях уже развившегося гнойно-некротического процесса. Врачи вынуждены действовать во многом эмпирически, основываясь на личном опыте и локальных протоколах, которые не всегда эффективны.

Даже в тех случаях, когда хирургу удаётся добиться успешного очищения раны от некротических масс и купировать острую гнойную инфекцию, перед ним встаёт целый ряд новых, не менее серьёзных проблем. Во-первых, это обильная плазмопотеря с обширной раневой поверхностью, которая может приводить к тяжёлым нарушениям белкового и электролитного баланса, гиповолемии и затяжному послеоперационному периоду. Во-вторых, наблюдается крайне вялый, замедленный рост грануляционной ткани, что существенно удлиняет сроки подготовки раны к закрытию. И в-третьих, хирург почти всегда сталкивается с острым дефицитом пластического материала – то есть собственных здоровых тканей пациента, пригодных для полноценного закрытия обширного раневого дефекта. Все эти три фактора в совокупности

делают реконструктивный этап чрезвычайно сложным, а поиск новых решений – настоятельной необходимостью современной хирургии [7, 8].

Одним из ключевых этапов в формировании пластической хирургии стали работы академика Владимира Петровича Филатова, предложившего способ переноса тканей на круглом стебле, связанном с материнской почвой питающей ножкой. Эта техника стала основой для многих оперативных вмешательств, а пользуются ей хирурги многих специальностей по сей день, но в различных модификациях. Модификации "Филатовского стебля" позволяют устранять дефекты различных локализаций и размеров, что делает данный метод все более универсальным, ведь благодаря новым взглядам старое оперативное вмешательство может применяться по большому множеству показаний. Не остались в стороне и Челябинские хирурги, разработавшие свой вариант пластики стебельчатым лоскутом. У него есть потенциал закрепиться в хирургической практике [2, 3].

Пациент А., 15 лет, наблюдается у врач-нейрохирурга с диагнозом Spina bifida, синдром Арнольда-Киари. Нижний парапарез. У больного отсутствует чувствительность в ягодичной области и задней поверхности бедра. В январе 2019 года отмечено появление трофической язвы в области левого седалищного бугра. Мальчик трехкратно госпитализирован на стационарное лечение. Неоднократно выполнялись некрэктомии, пластики раны местными тканями, а также консервативное лечение с использованием ВАК-терапии аппаратом "VivanoTec". Проводимое лечение приводило либо к уменьшению раны, либо к кратковременному закрытию дефекта с последующим образованием свища.

В августе 2022 года ребёнок обратился в ГАУЗ ЧОДКБ с пролежнем в области левого седалищного бугра (в области послеоперационного рубца). Рана была выполнена вялыми грануляциями, дном раны являлись изменённые мышцы. Мальчику выполнена ревизия раны, выявлена отслойка кожи кверху до 5 см. Рана ушита узловым швом. В послеоперационном периоде проводилось общее и местное лечение, на фоне которого отмечено прорезывание швов, расхождение краёв раны. Отслойка кожи сохранялась, рана не гранулировалась. Выполнено МРТ: остеомиелит седалищной кости исключен.

Продолжены перевязки с препаратами, стимулирующими грануляции, очищение раны (Hydrosorb для очищения раны и стимуляции грануляций, Линимент бальзамический по Вишневскому, ГелеХит для стимуляции эпителизации). На фоне проводимой терапии положительной динамики не достигнуто.

Пациент был консультирован пластическими хирургами ГБУЗ ЧОКБ (г. Челябинск). Хирургическое лечение пролежневого дефекта, учитывая основную патологию, признано бесперспективным, так как у детей с миелодисплазией в результате изменения спинного мозга происходит потеря адаптационно-защитных механизмов, нарушение гуморальной регуляции, что приводит к дисциркуляторным расстройствам и тканевой дистрофии; исходя из этого частота рецидивов пролежней весьма высока.

Отсутствие эффекта от местного лечения и значительно сниженное качество жизни пациента в течение длительного времени побудило хирургов искать пути решения закрытия пролежневого дефекта оперативным путем [1].

Встал вопрос о выборе метода пластики. Поскольку у пациента была сохранена чувствительность по латеральной поверхности бедра, там же при ультразвуковом исследовании были обнаружены питающие сосуды магистрального типа, а в левой ягодичной области и по задней поверхности бедра в отсутствующей иннервации по данным УЗИ не было обнаружено крупных кровеносных сосудов, которые могли бы обеспечить адекватное приживание перемещенных тканей, пластика перемещенными лоскутами привела бы к отторжению, образованию более обширного дефекта тканей [3, 6].

Врачами ГАУЗ ЧОДКБ было принято решение выполнить пластику раны с применением методики Филатовского стебля в ее модификации. В области латеральной поверхности левого бедра был выкроен кожный лоскут на питающей ножке длиной до 12 см и уложен в рану. В послеоперационном периоде на контрольном осмотре через 1 месяц лоскут прижился полностью, швы сняты, пролежневый дефект полностью закрыт. Отмечалось сохранение чувствительности пересаженного лоскута.

Однако при отсечении питающей ножки риск некроза лоскута был достаточно высок, поскольку в окружающих тканях нарушена

иннервация и кровоснабжение. Учитывая сохраненную чувствительность и наличие питающего сосуда, было принято решение о погружении ножки Филатовского стебля в подлежащие мягкие ткани [6].

Для этого произведено рассечение задней стенки питающей ножки, стебель расправлен. Затем выполнен разрез подлежащих тканей, "стебель" погружен в созданный раневой канал и фиксирован швами [3].

Выполнить эти операции в один этап не представлялось возможным, так как в нижнем углу между ран по задней поверхности бедра формировался треугольный лоскут из гипотрофичной, плохо иннервируемой ткани. Иными словами, этот лоскут мог погибнуть.

В послеоперационном периоде лоскут прижился. Швы сняты. Ребенок выписан из стационара. При осмотре через 2 недели, 4 недели, 3 месяца пролежневый дефект полностью закрыт, послеоперационный рубец без признаков воспаления, сохраняется чувствительность пересаженной кожи.

Перспективы оперативного вмешательства в приведенном случае оказались неоднозначными. Иннервация и кровообращение у лоскута до сих пор сохранены, но через 1,5 года после операции у мальчика в области рубца в нижнем полюсе лоскута вновь отмечено появление раны до 0,2 см с серозным отделяемым, которую заживили консервативным путем (применяли гель ГелеХит) [5].

На сегодняшний день исключено позиционное давление на область, а рана не формировалась на протяжении двух лет. Жалобы у пациента весь указанный временной период отсутствуют. Сложность оценки вероятности рецидива патологического процесса не позволяет оценивать данный подход только в положительном ключе, хотя отрицать его эффективность нельзя.

Выводы. 1. Филатовский стебель, предложенный более одного века тому назад, имеет преимущественно историческое значение и в современной клинической практике используется достаточно редко, однако его модификации иногда являются методом выбора у пациентов с пролежнями, трофическими язвами, возникшими на фоне поражений спинного мозга.

2. Таким образом, отличительными особенностями модификации челябинских хирургов является: погружение питающей

ножки стебля без его отсечения, создание канала и фиксация стебля в глубине прилежащих тканей, а также сохранение чувствительности лоскута.

3. Несмотря на успешное устранение дефекта и улучшение качества жизни на ближайший

период, данный оперативный метод не может гарантировать отсутствие рецидивов в далекой перспективе, если патологический процесс обусловлен системными нарушениями микроциркуляции и трофики тканей.

Список литературы

1. Ахтямова Н.Е. Лечение пролежней у малоподвижных пациентов / Н.Е. Ахтямова // Русский медицинский журнал. – 2015. – Т. 23, №26. – С. 1549-1552. – EDN VKGPHF
2. Белоусов А.Е. Пластическая, реконструктивная и эстетическая хирургия / А.Е. Белоусов. – Санкт-Петербург: Гиппократ, 1998. – 743 с. – EDN ZQZIKP..
3. Васенева О.М. Динамика морфологических изменений пересаженных под кожу тканей плаценты, селезенки и щитовидной железы в эксперименте / О.М. Васенева // Сборник авторефератов кандидатских и докторских диссертаций "Тканевая терапия. Плацента". – М., 2021. – С. 163-178
4. Вербо Е.В. Развитие реконструктивной хирургии лица в разрезе исторического аспекта специальности в мировом масштабе / Е.В. Вербо, Н.Е. Мантурова, Ю.М. Орлова // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. – 2021. – №1. – С. 94-105. – DOI:10.17116/plast.hirurgia202101194. – EDN GDFVJT
5. Курс пластической хирургии: руководство для врачей в 2 т. / Е.А. Афонина и др. – Ярославль: Рыбинский Дом печати, 2010. – 27 с. – EDN QLVZAL.
6. Матчин А.А. 100 лет стебельчатой кожной пластике по методу В.П. Филатова / А.А. Матчин // Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2016. – Т.11, №4. – С. 120-122. – EDN XVRTTP
7. Применение метода локального отрицательного давления на реконструктивно-пластическом этапе ведения обширных гнойно-некротических ран / В.А. Кисляков, Е.М. Горшунцова, М.К.М. Аль-Арики и др. // Московский хирургический журнал. – 2025. – №2. – С. 184-191. – DOI:10.17238/2072-3180-2025-2-184-191. – EDN PRXZQO
8. Реконструкция мягких тканей при обширных раневых дефектах стопы лоскутами с осевым типом кровоснабжения (обзор литературы) / Б.Ш. Минасов, Э.М. Бикташева, М.М. Валеев и др. // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, №1. – С. 150-157. – DOI:10.18019/1028-4427-2022-28-1-150-157. – EDN RUGDKS.

*

Безрученко Е.В. Непосредственные результаты лечения гемодинамически значимого стеноза сонных артерий: систематический обзор / Е.В. Безрученко // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 8-12

УДК 616.133.3-007.271-089

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИ ЗНАЧИМОГО СТЕНОЗА СОННЫХ АРТЕРИЙ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

БЕЗРУЧЕНКО Е.В.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия

Аннотация

У пациентов с гемодинамически значимыми стенозами сосудов каротидного бассейна, без острых нарушений мозгового кровообращения в анамнезе, открытые и минимально инвазивные методы реваскуляризации являются операциями выбора для восстановления проходимости сонных артерий и снижения риска церебральных осложнений. В настоящее время каротидная эндартерэктомия и стентирование сонных артерий являются доступными операциями. Однако, если пациенту необходима операция, дискуссионным остается вопрос выбора наиболее эффективного метода оперативного вмешательства в каждом конкретно взятом случае.

В данной статье будут проанализированы пациенты с абсолютными показаниями к реваскуляризации каротидного бассейна, оценены ранние послеоперационные риски.

При помощи поисковой системы PubMed произведен поиск статей, включающих в себя рандомизированные и клинические исследования, сравнивающие каротидную эндартерэктомию и стентирование сонных артерий у определенных групп пациентов.

В данное исследование включено 3 статьи.

Ключевые слова: *стеноз сонной артерии, инсульт, стентирование сонных артерий, каротидная эндартерэктомия, сосуды каротидного бассейна, реваскуляризация*

IMMEDIATE RESULTS OF TREATMENT OF HEMODYNAMICALLY SIGNIFICANT CAROTID ARTERY STENOSIS: A SYSTEMATIC REVIEW

BEZRUCHENKO E.V.

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

In asymptomatic patients with hemodynamically significant vascular stenosis of the carotid basin, without a history of acute cerebral circulatory disorders, open and minimally invasive revascularization methods are the operations of choice to restore the patency of the carotid arteries and reduce the risk of cerebral complications. Currently, carotid endarterectomy and carotid artery stenting are available operations. However, if the patient needs surgery, the question of choosing the most effective surgical method of intervention in each particular case remains debatable.

This article will analyze patients with absolute indications for revascularization of the carotid basin and assess early postoperative risks.

The PubMed search engine was used to search for articles that include randomized and clinical trials comparing carotid endarterectomy and carotid artery stenting in certain groups of patients. This study includes 3 articles.

*** Сведения об авторах:**

Безрученко Елена Витальевна, e-mail: lenalena20052005@mail.ru, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, педиатрический факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Keywords: carotid artery stenosis, stroke, carotid artery stenting, carotid endarterectomy, carotid basin vessels, revascularization

Актуальность. Атеросклеротический стеноз каротидного бассейна является одной из ведущих причин ишемического инсульта [1, 2, 3, 29] и других сердечно-сосудистых событий [22]. Инсульт занимает четвертое место среди причин летальных исходов в Соединенных Штатах Америки (США) [17]. Примерно 795000 человек в США каждый год переносят инсульт [13]. Распространенность бессимптомного значимого стеноза каротидных сосудов (более 70%) составляет 1-2% в общей популяции [10, 29]. По данным современной литературы, в США каротидная эндартерэктомия (КЭА) выполняется с частотой 74% у бессимптомных пациентов с гемодинамически значимыми стенозами сонных артерий [19]. В США ежегодно проводится около 100000 эндоваскулярных реvascularизаций каротидных сосудов [9], что соответствует данным из Европы [28]. Исследования, проведенные более 10-ти лет назад установили высокую эффективность реvascularизации сонных артерий открытым доступом у бессимптомных пациентов [15, 16] с гемодинамически значимым стенозом, ввиду низкого уровня периоперационных осложнений [20]. Однако, в последних европейских руководствах подчеркивается прецизионность к выбору доступа для бессимптомных пациентов, которые имеют более высокий риск инсульта при адекватной медикаментозной терапии [21]. У бессимптомных пациентов с гемодинамически значимым стенозом каротидного бассейна стентирование сонных артерий (КАС) или КЭА могут восстановить проходимость и снизить риск развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [14]. Однако, каротидная эндартерэктомия и КАС предрасполагают к повышению краткосрочного риска инсульта [23]. Выбор способа лечения пациентов с гемодинамически значимым стенозом, на сегодняшний день, остается дискуссионным [4, 26]. Несмотря на наличие крупных исследований, существуют различия между руководящими принципами медицинского общества в отношении консенсуса выбора лечения каротидного стеноза [28]. Сбор и анализ данных исследований может помочь в принятии современных клинических решений.

Цель исследования. Провести сравнительный анализ непосредственных результатов оперативного лечения у пациентов в группе стентирования сонных артерий и каротидной эндартерэктомии.

Материалы и методы. Сбор и анализ данных был осуществлен в поисковой системе PubMed. Критерии включения: период с 2019 по 2025 год, бесплатный полный доступ к тексту статьи, рандомизированные контролируемые и клинические исследования, статьи на английском языке. Критерии исключения: отсутствие полного доступа к статье, статьи на других языках, отсутствие полного набора данных для анализа.

Результаты исследования. Характеристика факторов риска пациентов отражена в таблице 1. Статистически значимые различия были обнаружены лишь по частоте инсульта в анамнезе: в группе стентирования – 355 (19,6%) случаев, в группе КЭА – 310 (17,1%) случаев ($p=0,05$). Данные раннего послеоперационного периода представлены в таблице 2. По сравнению с КЭА (2,4%), КАС (3,6%) имела более высокий риск любого инсульта в раннем послеоперационном периоде в исследовании ACST-2 ($p=0,04$). Частота событий комбинированной точки 1 (инсульт+летальный исход) и 2 (инсульт+инфаркт миокарда+летальный исход) в раннем периоде после операции в обеих группах достоверно не различалась.

Каротидная эндартерэктомия, по сей день, является "золотым стандартом" в лечении пациентов с гемодинамически значимым стенозом, стентирование сонных артерий, как современный интервенционный метод, является альтернативой КЭА [5]. Каротидная эндартерэктомия и стентирование каротидных сосудов характеризуются развитием ранних периоперационных осложнений. В ранее опубликованном исследовании, влияние КАС и КЭА на 30-дневный показатель развития инфаркта миокарда (ИМ) был одинаков [8], что не соответствует нашим данным, в которых отмечается повышенный риск возникновения ИМ после открытого вмешательства и подтверждается данными других авторов [14]. Brott T.G. и соавт. в своем исследовании подтверждают полученные нами данные, описывая повышенный риск возникновения ИМ

в группе КЭА [7], причем повышенная частота данных событий в CREST частично может быть связана с выявлением после проведенного многофакторного анализа бессимптомных инфарктов миокарда [6]. В нашем исследовании был выявлен более высокий риск летального исхода в группе КЭА, что расходится с данными исследования Brotta T.G. и соавт., где риск

данного осложнения выше в группе КАС [7]. В опубликованном исследовании 2022 года КАС имело тенденцию к более высокой кумулятивной частоте инсульта по сравнению с КЭА [8], что соответствует нашим данным, несмотря на то, что в публикации Cho J.S. и соавт. данный показатель был незначимым.

Таблица 1

Характеристика факторов риска пациентов [14, 18, 24]

Характеристика		Гипертония, абс. (%)	Курение, абс. (%)	ФП, абс. (%)	ИБС, абс. (%)	СД, абс. (%)	Инсульт в анамнезе, абс. (%)
ACST-2, 2021	КАС, n=1811	668 (36,9%)	–	112 (6,2%)	659 (36,4%)	542 (29,9%)	355 (19,6%)
	КЭА, n=1814	658 (36,3%)	–	112 (6,2%)	642 (35,4%)	543 (29,9%)	310 (17,1%)
	p	0,65		0,99	0,59	0,97	0,05*
CERCAS, 2023	КАС, n=17	15 (88,2%)	8 (47,1%) [18]	2 (11,8%)	11 (64,7%)	8 (47,1%)	13 (76,5%)
	КЭА, n=14	12 (85,7%)	10 (71,4%)	2 (14,3%)	9 (64,3%)	10 (71,4%)	8 (57,1%)
	p	0,84	0,17	0,84	0,98	0,17	0,25
SPACE-2, 2019	КАС, n=197	177 (89,8%)	31 (15,7%)	–	72 (36,5%)	59 (29,9%)	–
	КЭА, n=203	180 (88,7%)	45 (22,2%)	–	70 (34,5%)	52 (25,6%)	–
	p	0,70	0,10		0,67	0,33	

Примечания: * – показатели статистически значимы ($p < 0,05$)

Сокращения: КАС – стентирование сонных артерий, КЭА – каротидная эндартерэктомия, ФП – фибрилляция предсердий, ИБС – ишемическая болезнь сердца, СД – сахарный диабет

Таблица 2

Характеристика раннего послеоперационного периода [14, 18, 24]

Осложнения		Инсульт, абс. (%)	ИМ, абс. (%)	Летальный исход, абс. (%)	Комбинированная точка 1, абс. (%)	Комбинированная точка 2, абс. (%)
ACST-2, 2021	КАС, n=1705	61 (3,6%)	5 (0,3%)	9 (0,5%)	70 (4,1%)	75 (4,4%)
	КЭА, n=1736	41 (2,4%)	12 (0,7%)	11 (0,6%)	52 (3,0%)	64 (3,7%)
	p	0,04*	0,10	0,68	0,08	0,29
CERCAS, 2023	КАС, n=17	0	0	0	0	0
	КЭА, n=14	0	0	0	0	0
	p	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
SPACE-2, 2019	КАС, n=197	5 (2,5%)	0	0	5 (2,5%)	5 (2,5%)
	КЭА, n=203	5 (2,5%)	0	0	5 (2,5%)	5 (2,5%)
	p	0,96	0,99	0,99	0,96	0,96

Примечания: комбинированная точка 1 – инсульт и летальный исход, комбинированная точка 2 – инсульт, инфаркт миокарда и летальный исход.

* – показатели статистически значимы ($p < 0,05$).

Сокращения: КАС – стентирование сонных артерий, КЭА – каротидная эндартерэктомия, ИМ – инфаркт миокарда.

В исследовании CREST, 2011 и ACT-1, 2016 описан повышенный риск ОНМК в группе КАС в течение 30 дней после операции [7, 25], что

также коррелирует с нашими данными. В этих исследованиях отмечается больший риск возникновения показателей комбинированной

точки 1 (инсульт/летальный исход) в группе КАС по сравнению с КЭА. В сравнении с ранее опубликованными данными CREST (КАС 2,5%, КЭА 1,4%) и АСТ-1 (КАС 2,9%, КЭА 1,7%), группа КАС в исследовании ACST-2 (4,1%) показала более высокие показатели комбинированной точки 1, в SPACE-2 (2,5%) данный показатель соответствовал данным CREST и АСТ-1. Группа КЭА в ACST-2 (3,0%) и SPACE-2 (2,5%) имела повышенный риск ОНМК/смерти по сравнению с ранее опубликованной информацией [7, 14, 24, 25]. Также следует отметить, что показатель комбинированной точки 1 в раннем периоперационном периоде оставался ниже рекомендуемого для интервенционного вмешательства значения 3% [12], что соответствует нашим данным в исследовании SPACE-2. Batuk Diyora и соавт. показывают более высокий риск инсульта после стентирования в раннем периоперационном периоде [11], что также согласуется с нашими данными. По результатам другого исследования, оценивающего 30-дневные исходы двух вмешательств, в группе КАС отмечается более высокий риск возникновения ОНМК/ИМ/смерти [27], что коррелирует с нашими данными. Yadav J.S. и соавт. в своем

исследовании наблюдали повышенный показатель комбинированной точки 2 (инсульт, инфаркт миокарда, летальный исход) в группе КЭА. В КАС частота ранних периоперационных осложнений была статистически незначимой по отношению к КЭА, а частота комбинированной точки 2 была на 39% ниже по сравнению с последней, что не согласуется с нашими данными по причине исходно повышенного риска хирургического вмешательства, связанного с КЭА, у пациентов в исследовании Yadava J.S. и соавт. [30]. Решение о выборе метода лечения гемодинамически значимого стеноза у пациентов должно основываться на предполагаемом риске развития ОНМК при адекватной медикаментозной терапии и наличии показаний и противопоказаний для КЭА и стентирования на основе совокупности факторов риска.

Выводы. Несмотря на явные преимущества стентирования в контексте малой инвазивности, в исследовании ACST-2 в данной группе наблюдались более частые инсульты в раннем послеоперационном периоде по сравнению с каротидной эндартерэктомией. Окончательный выбор лечения гемодинамически значимого стеноза требует индивидуального подхода в каждом конкретном случае.

Список литературы

1. Иоселиани Д.Г. Влияние стентирования внутренней сонной артерии на васкуляризацию структур головного мозга / Д.Г. Иоселиани, Т.С. Сандодзе, Ю.Н. Юсеф и др. // Кардиологический вестник. – 2024. – Т. 19, №4-1. – С. 59-65. – DOI: 10.17116/Cardiobulletin20241904159.
2. Казанцев А.Н. Гломус-сберегающая каротидная эндартерэктомия по А.Н. Казанцеву. Госпитальные и среднеотдаленные результаты / А.Н. Казанцев, К.П. Черных, Р.Ю. Лидер и др. // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2020. – Т. 24, №3. – С. 70-79 – DOI: <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2020-3-70-79>.
3. Чечулов П.В. Каротидная эндартерэктомия в первые дни после ишемического инсульта безопасна и оправдана / П.В. Чечулов, И.А. Вознюк, В.В. Сорока и др. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2013. – Т. 55, №3. – С. 24-29.
4. Abbott A.L. Systematic Review of Guidelines for the Management of Asymptomatic and Symptomatic Carotid Stenosis / A.L. Abbott, K.I. Paraskevas, S.K. Kakkos et al. // Stroke. – 2015. – Vol. 46, №11. – P. 3288-3301. – DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.003390.
5. Benjamin E.J. Heart Disease and Stroke Statistics – 2017 Update / E.J. Benjamin, M.J. Blaha, S.E. Chiuve et al. // Circulation. – 2017. – Vol. 135, №10. – P. e146-e603. – DOI: 10.1161/CIR.0000000000000485.
6. Blackshear J.L. Myocardial Infarction after Carotid Stenting and Endarterectomy: Results from the Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stenting Trial / J.L. Blackshear, D.E. Cutlip, G.S. Roubin et al. // Circulation. – 2011. – Vol. 123, №22. – P. 2571-2578. – DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.008250.
7. Brott T.G. Stenting versus Endarterectomy for Treatment of Carotid-Artery Stenosis / T.G. Brott, R.W. Hobson, G. Howard et al. // The New England Journal of Medicine. – 2010. – Vol. 363, №1. – P. 11-23. – DOI: 10.1056/NEJMoa0912321.
8. Cho J.S. Comparing carotid endarterectomy and carotid artery stenting: retrospective single-center analysis / J.S. Cho, S. Song, U. Huh et al. // Annals of Palliative Medicine. – 2022. – Vol. 11, №11. – P. 3409-3416. – DOI: 10.21037/apm-22-797.
9. Cole T.S. Nationwide Trends in Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting in the Post-CREST Era / T.S. Cole, A.W. Mezher, J.S. Catapano et al. // Stroke. – 2020. – Vol. 51, №2. – P. 579-587. – DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.027388.
10. De Weerd M. Prevalence of asymptomatic carotid artery stenosis in the general population: an individual participant data meta-analysis / M. de Weerd, J.P. Greving, B. Hedblad et al. // Stroke. – 2010. – Vol. 41, №6. – P. 1294-1297. – DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.581058.
11. Diyora B. Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting for Symptomatic Carotid Stenosis: An Experience of a Hybrid Neurosurgeon in a Developing Nation / B. Diyora, R.M. Chheda, G. Dhall et al. // Neurology India. – 2022. – Vol. 70, №1. – P. 94-101. – DOI: 10.4103/0028-3886.336326.
12. Eckstein H.H. Evidence-based management of carotid stenosis: recommendations from international guidelines / Eckstein H.H. // The Journal of Cardiovascular Surgery. – 2012. – Vol. 53, №1 Suppl. – P. 3-13.

13. Go A.S. Heart Disease and Stroke Statistics – 2014 Update / A.S. Go, D. Mozaffarian, V.L. Roger et al. // *Circulation*. – 2013. – Vol. 129, №3. – P. e28-e292. – DOI: 10.1161/01.cir.0000441139.02102.80.
14. Halliday A. Second asymptomatic carotid surgery trial (ACST-2): a randomised comparison of carotid artery stenting versus carotid endarterectomy / A. Halliday, R. Bulbulia, L.H. Bonati et al. // *Lancet*. – 2021. – Vol. 398, №10305. – P. 1065-1073. – DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01910-3.
15. Halliday A. 10-year stroke prevention after successful carotid endarterectomy for asymptomatic stenosis (ACST-1): a multicentre randomised trial / A. Halliday, M. Harrison, E. Hayter et al. // *Lancet*. – 2010. – Vol. 376, №9746. – P. 1074-1084. – DOI: 10.1016/S0140-6736(10)61197-X.
16. Halliday A. Prevention of disabling and fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomised controlled trial / A. Halliday, A. Mansfield, J. Marro et al. // *Lancet*. – 2004. – Vol. 363, №9420. – P. 1491-1502. – DOI: 10.1016/S0140-6736(04)16146-1.
17. Heron M. Deaths: leading causes for 2007 / M. Heron // *Natl Vital Stat Rep*. – 2011. – Vol. 59, №8. – P. 1-95.
18. Hrbáč T. Comparison of carotid endarterectomy and repeated carotid angioplasty and stenting for in-stent restenosis (CERCAS trial): a randomised study / T. Hrbáč, J. Fiedler, V. Procházka et al. // *Stroke and Vascular Neurology*. – 2023. – Vol. 8, №5. – P. 399-404. – DOI: 10.1136/svn-2022-002075.
19. Lichtman J.H. Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting in the US Medicare Population, 1999-2014 / J.H. Lichtman, M.R. Jones, E.C. Leifheit et al. // *JAMA*. – 2017. – Vol. 318, №11. – P. 1035-1046. – DOI: 10.1001/jama.2017.12882.
20. Meschia J.F. Guidelines for the Primary Prevention of Stroke / J.F. Meschia, C. Bushnell, B.B. Albala et al. // *Stroke*. – 2014. – Vol. 45, №12. – P. 3754-3832. – DOI: 10.1161/STR.0000000000000046.
21. Naylor A.R. Editor's Choice – Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease: 2017 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) / A.R. Naylor, J.B. Ricco, G.J. de Borst et al. // *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery*. – 2018. – Vol. 55, №1. – P. 3-81. – DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.06.021.
22. Naqvi T.Z. Carotid intima-media thickness and plaque in cardiovascular risk assessment / T.Z. Naqvi, M.S. Lee // *JACC Cardiovasc Imaging*. – 2014. – Vol. 7, №10. – P. 1025-1038. – DOI: 10.1016/j.jcmg.2013.11.014.
23. Qualitätssicherungsverfahren Karotis-Rekonstruktion / Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTiG). – URL: <https://iqtig.org/qs-verfahren/qs-karotis/>.
24. Reiff T. Angioplasty in asymptomatic carotid artery stenosis vs. endarterectomy compared to best medical treatment: One-year interim results of SPACE-2 / T. Reiff, H.H. Eckstein, U. Mansmann et al. // *International Journal of Stroke*. – 2019. – Vol. 15, №6. – P. 638-649. – DOI: 10.1177/1747493019833017.
25. Rosenfield K. Randomized Trial of Stent versus Surgery for Asymptomatic Carotid Stenosis / K. Rosenfield, J.S. Matsumura, S. Chaturvedi et al. // *The New England Journal of Medicine*. – 2016. – Vol. 374, №11. – P. 1011-1020. – DOI: 10.1056/NEJMoa1515706.
26. Schneider P.A. Asymptomatic carotid artery stenosis--medical therapy alone versus medical therapy plus carotid endarterectomy or stenting / P.A. Schneider, A.R. Naylor // *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery*. – 2010. – Vol. 52, №2. – P. 499-507. – DOI: 10.1016/j.jvs.2010.05.063.
27. Sidawy A.N. Risk-adjusted 30-day outcomes of carotid stenting and endarterectomy: results from the SVS Vascular Registry / A.N. Sidawy, R.M. Zwolak, R.A. White // *Journal of Vascular Surgery*. – 2009. – Vol. 49, №1. – P. 71-79. – DOI: 10.1016/j.jvs.2008.08.039.
28. Venermo M. Editor's Choice – Carotid Stenosis Treatment: Variation in International Practice Patterns / M. Venermo, G. Wang, A. Sedrakyan et al. // *European Journal of Vascular & Endovascular Surgery*. – 2017. – Vol. 53, №4. – P. 511-519. – DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.01.012.
29. Woo S.Y. Prevalence and risk factors for atherosclerotic carotid stenosis and plaque / S.Y. Woo, J.H. Joh, S.A. Han et al. // *Medicine (Baltimore)*. – 2017. – Vol. 96, №4. – P. e5999. – DOI: 10.1097/MD.0000000000005999.
30. Yadav J.S. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients / J.S. Yadav, M.H. Wholey, R.E. Kuntz et al. // *The New England Journal of Medicine*. – 2004. – Vol. 351, №15. – P. 1493-1501. – DOI: 10.1056/NEJMoa040127.

Бобик С.Р. Врожденная аниридия как комплексная проблема фундаментальной и практической медицины / С.Р. Бобик, Н.М. Шлепотина // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 13-18

УДК 617.721-007.21-053.1

ВРОЖДЕННАЯ АНИРИДИЯ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ПРОБЛЕМА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

БОБИК С.Р., ШЛЕПОТИНА Н.М.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия

Аннотация

Врожденная аниридия представляет собой состояние, при котором имеется полное или частичное отсутствие радужной оболочки. В литературе описаны генетические факторы врожденной аниридии, среди которых особое место отводится гену PAX6. При данном заболевании у пациентов могут развиваться различные патологии со стороны переднего и заднего отрезков глаза, включая глаукому, катаракту, кератопатию, что может потребовать хирургического лечения. Врожденная аниридия характеризуется присутствием морфофункциональных особенностей органа зрения, которые могут влиять на эффективность оперативных вмешательств, а также на риск развития осложнений в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: аниридия, радужная оболочка, офтальмология, офтальмохирургия, генетика, глаукома, катаракта, кератопатия

CONGENITAL ANIRIDIA AS A COMPLEX PROBLEM OF FUNDAMENTAL AND PRACTICAL MEDICINE

BOBIK S.R., SHLEPOTINA N.M.

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Congenital aniridia is a condition characterized by the complete or partial absence of the iris. Genetic factors of congenital aniridia have been described in the literature, including the PAX6 gene. Patients with this condition may have various pathologies affecting the anterior and posterior segments of the eye, including glaucoma, cataracts, and keratopathy, which may require surgical treatment. Congenital aniridia is characterized by morphological and functional features of the eye that may impact the effectiveness of surgical treatment and the risk of postoperative complications.

Keywords: aniridia, iris, ophthalmology, ophthalmic surgery, genetics, glaucoma, cataract, keratopathy

Актуальность. По данным Аветисова Э.С. и М.Г. (1991), Катаргиной Л.А. и соавторов (1987); Сидорова Э.Г. и Мирзаянц (2015); Воскресенской А.А. и соавторов (2016),

* Сведения об авторах:

Бобик Софья Романовна, e-mail: bobiksonya@yandex.ru, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Шлепотина Нина Михайловна, e-mail: grant0408@yandex.ru, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра биологии, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

SPIN-код: 1280-5171, ORCID: 0000-0003-1297-9992

врожденная аниридия – это панокулярная патология, которая характеризуется полным или частичным отсутствием радужки, часто с вовлечением структур переднего и заднего отрезков глаза. У пациентов может наблюдаться присутствие радужки в виде остаточной рудиментарной ткани вплоть до частичной аниридии, ассиметричных колобомоподобных дефектов и секторальной атрофии. Частота врожденной аниридии составляет приблизительно 1:40000-1:96000 [2, 4, 30]. В исследовании Сухановой Н.В. и соавторов (2023) полная аниридия имела место в 47,9% случаев, а частичная – у 52,1% пациентов с PAX6-ассоциированной аниридией [7]. В работе Воскресенской А.А. и соавторов (2016) полная аниридия наблюдалась в 65% случаев, частичная – в 35% случаев [2].

Аниридия может выступать в качестве изолированной патологии и быть одним из проявлений какого-либо синдрома [22]. Она может сопровождаться не только офтальмологическими проявлениями, но и патологией со стороны других органов и систем: мочеполовой, сердечно-сосудистой, пищеварительной и других [13]. Изучаются генетические аспекты аниридии. В частности, установлено, что мутации в гене PAX6, регулирующем эмбриогенез и влияющим, в том числе, на эмбриональное развитие глаз, могут наблюдаться более чем в 90% случаев этого заболевания [2, 21, 30]. Известно, что такие мутации чаще всего ассоциированы с несиндромальной аниридией с аутосомно-доминантным характером наследования. Ряд точковых мутаций и делеций в локусе PAX6 сопровождается потерей функции одной копии гена – гаплонедостаточностью [24]. Кроме того, при аниридии могут иметь место мутации и в других генах, таких как TRIM44, FOXC1, CYP1B1 и других [10, 18, 31]. Также существуют синдромальные варианты аниридии в рамках таких патологий, как, например, WAGR-синдром (опухоль Вильмса, аниридия, аномалии мочеполовой системы, умственная отсталость), синдром Гиллеспи (аниридия, мозжечковая атаксия, умственная отсталость) [13, 14].

Разнообразие клинических проявлений при врожденной аниридии выражается в ее сочетании с развитием другой офтальмологической патологии, которая может иметь место более чем в 90% случаев [4]. По данным Grant W. и Walton D. (1974); Nelson L. и

соавторов (1984), наиболее распространенной сочетанной патологией при врожденной аниридии является глаукома, развивающаяся чаще всего в детском и подростковом возрасте [2]. Данные о патогенезе глаукомы при аниридии достаточно противоречивы [7]. Ее развитие в раннем детстве, как полагают исследователи, объясняется наличием у пациентов с аниридией выраженного гониодисгенеза и нарушением формирования Шлеммова канала [4, 16]. Было показано, что ген PAX6, мутации в котором, как уже говорилось выше, ассоциированы с аниридией, способен влиять на дифференцировку структур угла передней камеры [7, 12]. По данным Khaw P.T. (2002), более позднее развитие глаукомы может быть связано с образованием спаек между стромой радужной оболочки и периферической частью роговицы, что приводит к обструкции трабекулярной сети и закрытию угла передней камеры [7]. Среди аномалий строения угла передней камеры, которые, как показало исследование Сухановой Н.В. и соавторов (2023), наблюдаются у большинства пациентов с врожденной аниридией (97,4% – при частичной аниридии, 100% – при полной аниридии), могут выявляться наличие мезодермальной ткани, высокое прикрепление корня радужки к трабекуле, закрытие угла передней камеры рудиментом радужки и прочие. При этом наличие подобных аномалий при врожденной аниридии наблюдается как у лиц с глаукомой, так и без таковой [7]. При повышении внутриглазного давления в возрасте до 1 года у детей с аниридией происходит быстрое увеличение (растяжение) глазных яблок, появление структурных изменений роговицы в виде увеличения ее диаметра, трещин эндотелия и десцеметовой оболочки, отека стромы, а также манифестация проявлений роговичного синдрома [3]. Частота развития глаукомы при аниридии может варьировать: в литературе приведены данные о встречаемости в 28,8% [7], 46% [23], 66,7% [16], 73% [4]. Глаукома при аниридии не обязательно имеет врожденный характер и может появиться с возрастом. Gramer E. и соавторы (2012) установили, что частота выявления признаков глаукомы при врожденной аниридии в возрасте 0-9 лет составляет 15% [16]. Пациентам с аниридией и глаукомой проводится соответствующая медикаментозная терапия [19]. В качестве антиглаукоматозного хирургического лечения может быть выполнена по показаниям стандартная и

модифицированная синустрабекулэктомия [4]. Перспективным вариантом является установка дренажных устройств. Однако, имеются сообщения о том, что у некоторых пациентов в послеоперационном периоде после таких вмешательств могут развиваться осложнения, например, отслойка сетчатки [9, 11]. Описано применение в ряде случаев диод-лазерной циклофотокоагуляции [3]. По данным Катаргиной Л.А. и соавторов (2015), осложнения в послеоперационном периоде имеют место в 21% глаз у лиц с аниридией и глаукомой. Частота положительных исходов после гипотензивных операций в виде нормализации внутриглазного давления составляет 87,5% в ближайшие сроки наблюдения и 71,9% – в отдаленные сроки [3, 4].

Еще одной патологией при аниридии является катаракта, которая может развиваться у 19,2% пациентов [4], обнаруживаться в 40,3% глаз [29], 53% глаз [13], у 71% лиц с аниридией [23], у 76,7% пациентов [16], в 77% глаз [2]. Помутнение хрусталика может иметь место с рождения, развиваться в более поздние сроки, а также быть представленным в виде передней полярной, задней полярной, пылевидной, ядерной прогрессирующей катаракты [2, 3]. Катарактальная хирургия при аниридии у детей представляет собой сложный вопрос. Пациентам может быть выполнена экстракция катаракты как с имплантацией интраокулярной линзы, так и без таковой [4]. Кроме того, выполняются вмешательства с установкой искусственных иридохрусталиковых диафрагм, которые, по данным Поздеевой Н.А. и Паштаева Н.П. (2012), выпускаются в нашей стране с 1995 года – такие конструкции создавались с позиции адаптации к топографо-анатомическим особенностям органа зрения. Разработанные модели могут применяться как с оптической частью, так и без нее. Имплантация иридохрусталиковой диафрагмы при врожденной аниридии может быть выполнена через корнеосклеральный разрез бесшовным инъекторным методом. Кроме того, применяются интракапсулярная инъекторная техника раздельной имплантации интраокулярной линзы и протеза радужки, а также пинцетная техника имплантации иридохрусталиковой диафрагмы с трансклеральной шовной фиксацией [6]. Также описано проведение экстракции катаракты с фемтолазерным сопровождением [1].

Исследователями описан целый ряд трудностей, с которыми может столкнуться офтальмолог при лечении катаракты у пациентов с аниридией. Согласно Neuhann I.M. и Neuhann T.F. (2010), в силу наличия целого ряда особенностей удаление хрусталика у лиц с аниридией сопровождается повышенными интраоперационными и послеоперационными рисками [8]. Во-первых, имплантация протеза радужной оболочки у пациентов с врожденной аниридией может способствовать поражению роговицы и спровоцировать развитие аниридийного фиброзного синдрома или вторичной глаукомы. Во-вторых, передняя капсула хрусталика при данном заболевании может быть особо хрупкой и истонченной, что чревато возникновением разрывов капсулы во время проведения оперативного вмешательства. Риск несовершенного капсулорексиса возрастает в силу наличия таких факторов у пациентов с аниридией, как слабость связочного аппарата хрусталика, аномалии его строения, дистрофические изменения капсульного мешка. Осложняет экстракцию катаракты также отсутствие радужной оболочки за счет влияния на стабильность передней камеры и увеличения давления на цинновы связки. Кроме того, большой диаметр выполненного капсулорексиса может сопровождаться риском вывиха интраокулярной линзы на фоне нистагма [2, 6, 8, 17, 25, 27]. Противоречивые данные имеются насчет имплантации иридохрусталиковой диафрагмы. С одной стороны, ее использование направлено на решение оптических задач, восстановление диафрагмирующей функции радужной оболочки, защиту сетчатки от избыточного влияния ультрафиолетового излучения на макулу. Немаловажен и положительный косметический эффект [6]. С другой стороны, при имплантации комплекса "Искусственная радужка + интраокулярная линза" описано осложнение в виде повышения внутриглазного давления в послеоперационном периоде, что требует его тщательного контроля [5]. В целом, экстракция катаракты у пациентов с врожденной аниридией, как подчеркивают некоторые авторы, должна проводиться только при снижении остроты зрения менее 0,1, расположении помутнений в оптической зоне хрусталика и как можно в более старшем возрасте в силу высокого риска развития поражения роговицы [6].

Еще одной патологией, при которой может потребоваться хирургическое лечение, является кератопатия. При данном состоянии наблюдаются дисфункция, дефицит лимбальных стволовых клеток; деградация палисад Фогта; постепенная трансформация эпителиального фенотипа; изменения роговичных нервов [20, 26]. При проведении конфокальной микроскопии у лиц с аниридной кератопатией имеет место уплотнение Боуменовой мембраны с "шагреновостью", а также усиленная десквамация поверхностного эпителия, отек, появление бокаловидных клеток в эпителии роговицы и целый ряд других изменений вплоть до нарушения архитектоники стромы и субэпителиального фиброза. Отсутствие лимбального барьера для вставания конъюнктивального эпителия в роговицу приводит к конъюнктивизации роговицы и сосудистому паннусу на более поздних стадиях заболевания [6]. Кератопатия при врожденной аниридии может быть диагностирована у 45% [23], 46% [28], 64% [2] пациентов; в 69% [13], в 80% глаз [15]. Лимбальная недостаточность при врожденной аниридии может не проявляться до тех пор, пока не подействует некий провоцирующий фактор в виде воспалительного процесса, травмы, хирургического вмешательства и так далее [6]. Коварство аниридной кератопатии проявляется в том, что в детском возрасте она может протекать бессимптомно, несмотря на возможность наличия начальных стадий поражения роговицы уже с рождения. Это может приводить к более позднему установлению диагноза и, соответственно, к позднему началу медикаментозной терапии [2]. В связи с прогрессированием кератопатии пациентам может быть проведена сквозная кератопластика [4]. Кроме того, у пациентов с аниридной кератопатией может наблюдаться синдром "сухого глаза", что может, вероятно, усугублять поражение роговицы [28]. С другой стороны, патология глазной поверхности сопровождается нестабильностью покрывающей ее слезной пленки, что приводит к развитию так называемого вторичного "сухого глаза". У таких пациентов формируются рецидивирующие эрозии и язвы, что при отсутствии лечения может привести к

субэпителиальному фиброзу роговицы, образованию рубцов, помутнений, неоваскуляризации и значительному снижению остроты зрения [6]. Наличие глаукомы, согласно Сухановой Н.В. и соавторам (2023), сопровождается возрастанием риска прогрессирования кератопатии, что может быть связано с применением инстилляционной терапии повышенного внутриглазного давления, а также дополнительным воздействием на зону лимба во время оперативных вмешательств по поводу глаукомы [7].

Спектр сочетанной офтальмопатологии при врожденной аниридии может включать в себя также целый ряд других состояний. Так, макулярная гипоплазия может встречаться у 41% лиц с аниридной кератопатией [23]; в 87,7% [29], 94% глаз [2]. В то же время гипоплазия макулы и/или диска зрительного нерва в работе Катаргиной Л.А. и соавторов (2015) была зафиксирована лишь у 15,3% пациентов [3]. Также у пациентов с аниридной кератопатией обнаруживается нистагм, что может определяться у 68% [13], 83% пациентов [23]. Кроме того, у лиц с аниридной кератопатией могут быть выявлены изменения хрусталика помимо катаракты: подвывих, колобома, задний лентиконус, микросферофакия [29] и другие. Также были описаны фиброз стекловидного тела [3] и косоглазие [23].

Выводы. Врожденная аниридия представляет собой состояние, при котором у пациентов может наблюдаться целый комплекс сочетанных офтальмологических нарушений – данные патологии могут потребовать не только медикаментозного, но и хирургического лечения. Оперативное лечение глазных заболеваний в случае аниридии характеризуется своеобразием в силу наличия морфологических и функциональных особенностей органа зрения у таких пациентов, а также риска осложнений в послеоперационном периоде.

Кажущаяся возможность применения всех доступных способов реабилитации у пациентов с врожденной аниридной кератопатией по аналогии, например, с аниридной посттравматической этиологии в клинической практике обрастает различными нюансами, что требует проведения дальнейших исследований в этой области [6].

Список литературы

1. Воскресенская А.А. Фемтоассистированная экстракция катаракты при врожденной аниридии / А.А. Воскресенская, Н.А. Поздеева, Е.Н. Батъков // *Современные технологии в офтальмологии*. – 2017. – №6. – С. 35-37. – EDN ZQTWBV.
2. Воскресенская А.А. Клинические особенности врожденной аниридии в детском возрасте / А.А. Воскресенская, Н.А. Поздеева, Т.А. Васильева [и др.] // *Российская педиатрическая офтальмология*. – 2016. – Т. 11, №3. – С. 121-129. – DOI:10.18821/1993-1859-2016-11-3-121-129. – EDN WHJUHJ.
3. Катаргина Л.А. Клинико-функциональные особенности врожденной аниридии и сочетанной с ней патологии / Л.А. Катаргина, Е.В. Мазанова, А.О. Тарасенков // *Российская педиатрическая офтальмология*. – 2015. – Т. 10, №3. – С. 21-23. – EDN UDEEGR.
4. Катаргина Л.А. Опыт наблюдения и лечения детей с врожденной аниридией / Л.А. Катаргина, Е.В. Мазанова, А.О. Тарасенков // *Практическая медицина*. – 2015. – №2-1 (87). – С. 79-80. – EDN UDSZRV.
5. Лаптев Б.В. Отдаленные результаты реабилитации пациента с врожденной аниридией после имплантации комплекса "Искусственная радужка + ИОЛ" / Б.В. Лаптев, О.В. Шиловских, О.Б. Фечин // *Практическая медицина*. – 2015. – №2-1 (87). – С. 88-91. – EDN UDSZSZ.
6. Поздеева Н.А. Медицинская реабилитация пациентов с врожденной аниридией / Н.А. Поздеева, Н.П. Паштаев, А.А. Воскресенская [и др.] // *Практическая медицина*. – 2015. – №2-1 (87). – С. 16-25. – EDN UDSZPN.
7. Суханова Н.В. Клинико-генетические аспекты глаукомы, ассоциированной с врожденной аниридией / Н.В. Суханова, Л.А. Катаргина, А.Ю. Панова [и др.] // *Российская педиатрическая офтальмология*. – 2023. – Т. 18, №2. – С. 67-74. – DOI:10.17816/rroj321768. – EDN FQLXYT.
8. Юсеф Н.Ю. Врожденная аниридия: клинические особенности и терапевтические подходы (клиническое наблюдение) / Н.Ю. Юсеф, Н.В. Макашова, А.Е. Васильева [и др.] // *Офтальмология*. – 2023. – Т. 20, №2. – С. 363-372. – DOI:10.18008/1816-5095-2023-2-363-372. – EDN YIQTUJ.
9. Almousa R. Intraocular pressure control with Ahmed glaucoma drainage device in patients with cicatricial ocular surface disease-associated or aniridia-related glaucoma / R. Almousa, D.B. Lake // *Int Ophthalmol*. – 2014. – Vol. 34, №4. – P. 753-760. – DOI:10.1007/s10792-013-9868-6.
10. Alzuhairy S. A novel CYP1B1 mutation with congenital glaucoma and total aniridia / S. Alzuhairy, K.K. Abu-Amero, S. Al-Shahwan [et al.] // *Ophthalmic Genet*. – 2015. – Vol. 36, №1. – P. 89-91. – DOI:10.3109/13816810.2013.833635.
11. Arroyave C.P. Use of glaucoma drainage devices in the management of glaucoma associated with aniridia / C.P. Arroyave, I.U. Scott, S.J. Gedde [et al.] // *Am J Ophthalmol*. – 2003. – Vol. 135, №2. – P. 155-159. – DOI:10.1016/s0002-9394(02)01934-7.
12. Baulmann D.C. Pax6 heterozygous eyes show defects in chamber angle differentiation that are associated with a wide spectrum of other anterior eye segment abnormalities / D.C. Baulmann, A. Ohlmann, C. Flügel-Koch [et al.] // *Mech Dev*. – 2002. – Vol. 118, №1-2. – P. 3-17. – DOI:10.1016/s0925-4773(02)00260-5.
13. Chang J.W. Congenital aniridia: long-term clinical course, visual outcome, and prognostic factors / J.W. Chang, J.H. Kim, S.J. Kim, Y.S. Yu // *Korean J Ophthalmol*. – 2014. – Vol. 28, №6. – P. 479-485. – DOI:10.3341/kjo.2014.28.6.479.
14. Edén U. Aniridia among children and teenagers in Sweden and Norway / U. Edén, C. Beijar, R. Riise, K. Tornqvist // *Acta Ophthalmol*. – 2008. – Vol. 86, №7. – P. 730-734. – DOI:10.1111/j.1755-3768.2008.01310.x.
15. Edén U. Corneal involvement in congenital aniridia / U. Edén, R. Riise, K. Tornqvist // *Cornea*. – 2010. – Vol. 29, №10. – P. 1096-1102. – DOI:10.1097/ICO.0b013e3181d20493.
16. Gramer E. Glaucoma and frequency of ocular and general diseases in 30 patients with aniridia: a clinical study / E. Gramer, C. Reiter, G. Gramer // *Eur J Ophthalmol*. – 2012. – Vol. 22, №1. – P. 104-110. – DOI:10.5301/EJO.2011.8318.
17. Hou Z.Q. Clinical pathological study of the anterior lens capsule abnormalities in familial congenital aniridia with cataract / Z.Q. Hou, Y.S. Hao, W. Wang [et al.] // *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. – 2005. – Vol. 37, №5. – P. 494-497.
18. Ito Y.A. Severe molecular defects of a novel FOXC1 W152G mutation result in aniridia / Y.A. Ito, T.K. Footz, F.B. Berry [et al.] // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 2009. – Vol. 50, №8. – P. 3573-3579. – DOI:10.1167/iovs.08-3032.
19. Jusufovic V. Treatment of congenital aniridia associated with subluxated infantile cataract / V. Jusufovic, E. Cabric, A. Popovic-Beganovic [et al.] // *Med Arch*. – 2014. – Vol. 68, №3. – P. 212-214. – DOI:10.5455/medarh.2014.68.212-214.
20. Lagali N. In vivo morphology of the limbal palisades of vogt correlates with progressive stem cell deficiency in aniridia-related keratopathy / N. Lagali, U. Edén, T.P. Utheim [et al.] // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 2013. – Vol. 54, №8. – P. 5333-5342. – DOI:10.1167/iovs.13-11780.
21. Lin Y. PAX6 analysis of two sporadic patients from southern China with classic aniridia / Y. Lin, X. Liu, S. Yu [et al.] // *Mol Vis*. – 2012. – Vol. 18. – P. 2190-2194.
22. Nelson L.B. Aniridia. A review / L.B. Nelson, G.L. Spaeth, T.S. Nowinski [et al.] // *Surv Ophthalmol*. – 1984. – Vol. 28, №6. – P. 621-642. – DOI:10.1016/0039-6257(84)90184-x.
23. Netland P.A. Ocular and systemic findings in a survey of aniridia subjects / P.A. Netland, M.L. Scott, J.W. Boyle 4th, J.D. Lauderdale // *J AAPOS*. – 2011. – Vol. 15, №6. – P. 562-566. – DOI:10.1016/j.jaapos.2011.07.009.
24. Neuhaus C. Genetik der kongenitalen Aniridie / C. Neuhaus, C. Betz, C. Bergmann, H.J. Bolz // *Ophthalmologe*. – 2014. – Vol. 111, №12. – P. 1157-1163. – DOI:10.1007/s00347-014-3059-3.
25. Reinhard T. Black diaphragm aniridia intraocular lens for congenital aniridia: long-term follow-up / T. Reinhard, S. Engelhardt, R. Sundmacher // *J Cataract Refract Surg*. – 2000. – Vol. 26, №3. – P. 375-381. – DOI:10.1016/s0886-3350(99)00432-0.
26. Schlötzer-Schrehardt U. Dysfunction of the limbal epithelial stem cell niche in aniridia-associated keratopathy / U. Schlötzer-Schrehardt, L. Latta, A. Gießl [et al.] // *Ocul Surf*. – 2021. – Vol. 21. – P. 160-173. – DOI:10.1016/j.jtos.2021.06.002.
27. Schneider S. Thinning of the anterior capsule associated with congenital aniridia / S. Schneider, R.H. Osher, S.E. Burk [et al.] // *J Cataract Refract Surg*. – 2003. – Vol. 29, №3. – P. 523-525. – DOI:10.1016/s0886-3350(02)01602-4.

28. Shiple D. Keratopathy, cataract, and dry eye in a survey of aniridia subjects / D. Shiple, B. Finklea, J.D. Lauderdale, P.A. Netland // *Clin Ophthalmol.* – 2015. – Vol. 9. – P. 291-295. – DOI:10.2147/OPTH.S74648.
29. Singh B. Clinical manifestations of congenital aniridia / B. Singh, A. Mohamed, S. Chaurasia [et al.] // *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* – 2014. – Vol. 51, №1. – P. 59-62. – DOI:10.3928/01913913-20131223-01.
30. Vasilyeva T.A. Molecular analysis of patients with aniridia in Russian Federation broadens the spectrum of PAX6 mutations / T.A. Vasilyeva, A.A. Voskresenskaya, B. Käsmann-Kellner [et al.] // *Clin Genet.* – 2017. – Vol. 92, №6. – P. 639-644. – DOI:10.1111/cge.13019.
31. Zhang X. Variants in TRIM44 Cause Aniridia by Impairing PAX6 Expression / X. Zhang, G. Qin, G. Chen [et al.] // *Hum Mutat.* – 2015. – Vol. 36, №12. – P. 1164-1167. – DOI:10.1002/humu.22907.

Бородулина М.Д. Применение 3D-моделирования в преподавании анатомии в высших учебных заведениях / М.Д. Бородулина // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 19-21

УДК 611.019

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ АНАТОМИИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

БОРОДУЛИНА М.Д.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия

Аннотация

В статье раскрыто понятие такое понятие как 3D-моделирование, основные способы его применения в преподавании анатомии, описана история создания и начало использования данного метода в медицине и образовательной деятельности, подчёркнут факт применения в программах обучения других направлений. В работе освещены средства, используемые при работе с помощью 3D-моделирования, описано применение 3D-атласов и принцип его действия, описание трёхмерной модели, использующейся в подобном программном обеспечении. Также описано применение трёхмерных реконструкций, способ их изготовления. Статья затрагивает его актуальность как метода преподавания анатомии студентам высших учебных заведений, затрагивает проблемы, с которыми сталкиваются студенты, преподаватели и образовательные организации. Рассмотрена эффективность его применения в процессе обучения студентов, основные преимущества по сравнению с традиционно применяющимися методами, а именно по сравнению с использованием влажных препаратов и бумажных учебных пособий, а также его основные недостатки, в котором затрагиваются аспекты применения 3D-моделирования в целом. В статье освещена связь трёхмерного моделирования с кафедрой анатомии и оперативной хирургии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, кратко описан процесс обучения, применяющийся на практике. В конце статьи приведён вывод об актуальном применении данного метода во многих учебных заведениях.

Ключевые слова: анатомия, обучение, 3D-моделирование, учебный процесс, 3D-реконструкция

APPLICATION OF 3D MODELING IN TEACHING ANATOMY IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

BORODULINA M.D.

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

The article reveals the concept of such a concept as 3D modeling, the main ways of its application in teaching anatomy, describes the history of the creation and the beginning of the use of this method in medicine and educational activities, and highlights the fact that it is used in training programs in other areas. The paper highlights the tools used when working with 3D modeling, describes the use of 3D atlases and the principle of its operation, and describes the three-dimensional model used in such software. The application of three-dimensional reconstructions and the method of their manufacture are also described. The article touches upon its relevance as a method of teaching anatomy to students of higher educational institutions, touches upon the problems faced by students, teachers and educational organizations. The effectiveness of its use in the process of teaching students is considered, the main advantages compared

*** Сведения об авторах:**

Бородулина Мария Дмитриевна, e-mail: mariya.borodulina84@gmail.com, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

with traditionally used methods, namely, compared with the use of wet preparations and paper textbooks, as well as its main disadvantages, which address aspects of the application of 3D modeling in general. The article highlights the relationship of three-dimensional modeling with the Department of Anatomy and Operative Surgery of the FSBEI HE SUSMU MOH Russia, briefly describes the learning process used in practice. At the end of the article, a conclusion is given about the actual application of this method in many educational institutions.

Keywords: *anatomy, training, 3D modeling, educational process, 3D reconstruction*

Актуальность. В настоящее время в преподавании анатомии и других морфологических дисциплин отмечается тенденция применения цифровых технологий в процессе обучения студентов в учреждениях высшего образования. Как один из методов применяется 3D-моделирование и интерактивные приложения [2]. 3D-моделирование именно в рамках данной темы представляет собой создание трёхмерных моделей объектов изучения анатомии (например, органов, мышц, костей) и отображение их на цифровой панели, как человека, так и животных. Данная технология применяется не только в цифровом пространстве, но и в реконструкции при помощи 3D-печати. Это считается одним из самых перспективных, актуальных и доступных направлений, применяющихся во многих программах обучения, в том числе и в обучении студентов-медиков. Сама история 3D-моделирования начинается в 60-х годах прошлого столетия с появления первых компьютерных графических систем [3, 5]. Постепенно благодаря развитию алгоритмов и новых программных решений 3D-моделирование вошло во многие сферы деятельности, а уже с 2000-х годов эту технологию начали использовать и в медицине в лечебных и диагностических целях. С 2010-х годов данная технология была введена в процесс обучения не только как способ преподавания, но и как отдельная дисциплина. В настоящее время многие передовые учебные заведения используют 3D-моделирование в качестве метода преподавания. Использование интерактивных анатомических девайсов даёт определенное преимущество через адаптацию образовательного процесса к современным требованиям цифровой медицины, повышение наглядности анатомических объектов и их пространственного представления [6].

Цель работы. Рассмотреть сущность данного метода, его актуальность и эффективность применения в практике преподавания анатомии.

Одним из распространённых средств, которыми осуществляется использование данной технологии, является 3D-атлас. Он представляет собой программное обеспечение, которое при помощи трёхмерной графики и виртуальной реальности позволяет создать детализированные модели тела человека и его структур. Предлагаемая модель того или иного органа динамична и интерактивна, что позволяет рассмотреть конкретные анатомические образования и даёт возможность углублённо изучить их строение. Разделение всего объёма знаний на различные группы и подгруппы облегчает обучение, так как способствует всестороннему охвату предмета в целом. Настраиваемые виды позволяют учащимся выделять, поворачивать и даже препарировать структуры, чтобы лучше понять их взаимосвязь и функции [4]. Каждая анатомическая структура обозначается соответствующим медицинским термином как на русском, так и на латинском языке, что также помогает в изучении. Данную программу можно использовать на многих устройствах, и это обеспечивает доступность информации обучающимся.

Также стоит обратить внимание на использование 3D-реконструкции органов, создающиеся на основе тех же трёхмерных моделей. Только теперь к визуальному методу познания прибавляется ещё и тактильная обратная связь, дающая положительный эффект при изучении материала. 3D-реконструкция подразумевает под собой процесс, в котором модель, являющаяся основой, преобразуется в физический объект [1]. В данном случае трёхмерная модель органа является своеобразным чертежом на компьютере, по образу и подобию которой воссоздаётся слой за слоем объёмный физический объект, соответствующий этому чертежу [1]. Для данной методики применяются разнообразные материалы. В настоящий момент времени трёхмерная печать имеет широкий спектр применения, в том числе в медицине и обучении. Предполагается, что в ближайшее

время эта технология будет более широко интегрирована в преподавание анатомии, что облегчит этот процесс.

Метод 3D-моделирования имеет ряд преимуществ. Во-первых, он обеспечивает доступность теоретической и практической базы знаний не только для студентов, но и для преподавателей. Это решает проблему, которая касается влажных препаратов и трупов, достать и предоставить которые не всегда представляется возможным в виду этических вопросов. Также следует учитывать то, что процент донорства органов науке во многих странах невелик [1]. К тому же стоит обратить внимание на возникающие сложности с хранением трупов и препаратов, из-за которых не всегда можно сохранить их должным образом. Из-за недостатка препаратов не все студенты могут быть с ними ознакомлены, что тоже создаёт трудности в изучении материала. Вопрос доступности так же затрагивает обеспечение студентов необходимой литературой, однако здесь 3D-атласы и 3D-реконструкции выступают как дополнение, нежели как полноценная замена бумажных и электронных учебных пособий. Во-вторых, 3D-моделирование помогает преодолеть сложности в восприятии информации из учебных пособий. Для студентов это является актуальной проблемой. В исследованиях по этому поводу отмечается повышение вовлечённости студентов в учебный процесс, что также создаёт благоприятную основу для улучшения понимания предмета, а это, в свою очередь, играет роль в запоминании материала [1, 7].

Список литературы

1. Кахаров З.А. Перспективы использования 3D-реконструкций органов в обучении анатомии / З.А. Кахаров, О.Х. Назиржонов // ТЕСНика. – 2023. – Т. 1, №3. – С. 4-7
2. Козырева Е.А. Цифровые технологии в преподавании анатомии человека / Е.А. Козырева, И.М. Петрова // Актуальные вопросы современного медицинского образования: традиции и инновации : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Ижевск, 25-28.11.2024. – Ижевск: Ижевская государственная медицинская академия, 2024. – С. 13-15. – EDN ERAE0U
3. Овсянников А.П. Использование 3D-моделирования и аддитивных технологий (3D-печать) для изучения и преподавания анатомии животных / А.П. Овсянников, А.А. Салахова // Инновационные подходы в современной науке: сборник статей по материалам ССIV международной научно-практической конференции, Москва, 19.12.2025. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2025. – С. 36-40. – EDN OIH1QJ.
4. Основные преимущества изучения анатомии с помощью инструментов 3D-визуализации: [Электронный ресурс] // VOKA: индивидуальные услуги по 3D-визуализации анатомии и патологии. URL: <https://voka.io/ru/top-benefits-of-learning-anatomy-with-3d-visualization-tools/> (Дата обращения: 02.08.2025).
5. Руденко В.Р. История трёхмерной графики / В.Р. Руденко // Материалы XIV международной студенческой научной конференции "Студенческий научный форум". – Москва: Российская академия естествознания, 2022. – С. 65-67
6. Современные цифровые методы обучения в клинической анатомии / С.С. Дыдыкин, Ю.Л. Васильев, Т.А. Богоявленская и др. // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2019. – Т. 3, №4. – С. 34-41. – DOI:10.17116/operhirurg2019304134. – EDN BZXCSK.
7. Wang J. 3D visualization technology for Learning human anatomy among medical students and residents: a meta- and regression analysis / J. Wang, W. Li, A. Dun etc. // BMC Medical Education. – 2024. – Vol. 24, №1. – P. 461

Наряду с этим, данная методика имеет и недостатки. Для того, чтобы обучение при помощи 3D-моделирования было наиболее эффективным, должно быть сочетание двух описанных выше методов. Из-за того, что изображение трёхмерной модели проецируется на 2D-экран, отсутствует тактильное восприятие, которое тоже важно для понимания [1]. 3D-реконструкции, в свою очередь, доступны не всем студентам в виду ограниченных возможностей как образовательного учреждения, так и самих студентов.

На кафедре анатомии и оперативной хирургии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России также применяется 3D-моделирование. На практических занятиях студенты вместе с преподавателем с помощью интерактивной доски и 3D-атласа подробно разбирают аспекты нормальной и топографической анатомии. Наряду с ними используются реалистичные модели и муляжи, которые позволяют получить максимально полное представление об анатомическом строении тела человека. В ближайшее время планируется внедрение печать трёхмерных моделей, необходимых для изучения дисциплины.

Выводы. 3D-моделирование является активно используемым инновационным подходом к обучению анатомии на данный момент. Этот метод имеет достаточно хорошую перспективу для дальнейшего своего развития как образовательной технологии. В дальнейшем предполагается более глубокая интеграция в учебный процесс.

* Научные руководители: к.м.н., доц. Пешиков О.В., к.м.н., асс. Мацуганов Д.А.

Бураева М.А. Сравнительная характеристика лапароскопического и лапаротомического доступа в хирургическом лечении злокачественных новообразований матки: систематический обзор / М.А. Бураева, К.А. Рыжова // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 22-26

УДК 618.14-006.6-089.87-072.1:617-089.5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОГО И ЛАПАРОТОМИЧЕСКОГО ДОСТУПА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ МАТКИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

БУРАЕВА М.А., РЫЖОВА К.А.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия

Аннотация

В современной хирургической практике наблюдается активное внедрение малоинвазивных технологий, в частности лапароскопических вмешательств, которые всё чаще рассматриваются как альтернатива традиционным лапаротомическим операциям. Однако вопрос о полном замещении лапаротомии остается дискуссионным, что обуславливает необходимость проведения сравнительного анализа данных методов для определения целесообразности их применения в конкретных клинических ситуациях. Выбор хирургического доступа при операциях на матке является критически важным фактором, определяющим онкологическую радикальность вмешательства, интраоперационные показатели и частоту послеоперационных осложнений. Проведение анализа использования того или иного доступа при выполнении операций на матке направлено на выявление оптимального метода. При помощи поисковой системы PubMed был осуществлён поиск статей, представляющих сравнительную характеристику непосредственных результатов хирургического лечения злокачественных новообразований матки с применением лапаротомии и лапароскопии.

Ключевые слова: лапароскопия, лапаротомия, злокачественное новообразование, матка, послеоперационные осложнения, интраоперационные осложнения

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF LAPAROSCOPIC AND LAPAROTOMIC ACCESS IN SURGICAL TREATMENT OF UTERINE MALIGNANCIES: A SYSTEMATIC REVIEW

BURAEVA M.A., RYZHOVA K.A.

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

In modern surgical practice, there is an active introduction of minimally invasive technologies, in particular laparoscopic interventions, which are increasingly being considered as an alternative to traditional laparotomy operations. However, the complete replacement of laparotomy remains questionable which requires a comparative analysis of these methods to determine the appropriateness of their use in specific clinical cases. The choice of surgical uterus access is an important factor determining intervention oncological radicality, intraoperative characteristics and postoperative complications frequency.

* Сведения об авторах:

Бураева Мария Александровна, e-mail: buraeva2005@mail.ru, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Рыжова Карина Александровна, e-mail: karisha.ryzhova@gmail.com, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, лечебный факультет, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Conducting an analysis for using a particular uterus access is aimed at identifying the optimal method. The PubMed was analyzed articles to search for presenting comparative characteristics of immediate results of surgical uterine malignancies treatment using laparotomy and laparoscopy.

Keywords: *laparoscopy, laparotomy, malignant neoplasm, uterine, postoperative complications, intraoperative complications*

Актуальность. Лапароскопическая хирургия играет важную роль в лечении рака шейки матки с конца 1980-х годов. Николс сообщил о лапароскопической лимфаденэктомии при раке шейки матки в 1993 году [7]. Минимальная инвазивная хирургия имеет ряд преимуществ над открытой, включая меньшую кровопотерю, короткий срок пребывания в стационаре и быструю реабилитацию. При этом периоперационные осложнения и краткосрочные онкологические результаты сопоставимы [6]. Лапароскопическая гистерэктомия признана во всем мире “золотым стандартом” в лечении рака эндометрия на ранней стадии. Важным достижением последних лет является доказательство сопоставимости показателей рецидива заболевания и 5-летней выживаемости при тотальном удалении матки без лимфаденэктомии по сравнению с расширенными вмешательствами, что подтверждает целесообразность широкого применения органосберегающего подхода при раке эндометрия низкой степени злокачественности на ранней стадии [9]. При раке шейки матки 1 стадии (IA1 – стромальная инвазия ≤ 3 мм) лапароскопические периоперационные и онкологические результаты сопоставимы с лапаротомическими [11]. Для отдельных групп пациентов лапаротомия сохраняет свою актуальность: лапароскопическая радикальная гистерэктомия ассоциировалась с худшими показателями безрецидивной выживаемости по сравнению с открытым доступом у пациентов с раком шейки матки 1 стадии (IB1 – инвазивная карцинома с глубиной инвазии >5 мм и размером опухоли ≤ 2 см) [1]. Кроме того, открытый доступ остается важным методом для хирургического лечения пациентов старше 60 лет с гинекологическим раком [10].

Цель работы. Оценить непосредственные результаты применения лапаротомического и лапароскопического доступа при хирургическом лечении злокачественных новообразований матки.

Материалы и методы. Поиск и анализ статей был осуществлен в системе PubMed за период с 2015 по 2025 годы включительно. Для анализа использовались зарубежные материалы, на английском языке. Критериями включения были: статьи, в которых рассматривались интраоперационный и послеоперационный периоды при лапаротомическом и лапароскопическом вмешательствах; полный доступ к тексту статьи; статьи на английском языке. Критериями исключения были: неполный набор данных для анализа; статьи на других языках.

Результаты исследования. Проведен анализ интра- и раннего послеоперационного периода в обеих группах. Данные интраоперационного периода представлены в таблице 1. В статьях Eklind S., 2015 и Lv X., 2023 лапароскопические вмешательства характеризовались меньшей длительностью, чем лапаротомические. Количество удаленных лимфатических узлов, а также частота интраоперационных повреждений мочевыводящих путей были сопоставимы между группами.

Анализ ранних послеоперационных осложнений представлен в таблице 2.

Статистически значимая разница между группами в развитие осложнений была выявлена лишь по показателю кровопотери к исходу первых суток. Большой объем кровопотери при лапаротомии был обусловлен, травматичностью доступа, связанного с широким рассечением обильно кровоснабжаемых тканей. Длительное заживление послеоперационной раны, развитие перитонита и кишечной непроходимости чаще встречалось в группе лапаротомии, что также было обусловлено большей инвазивностью метода: обширный разрез с продолжительными сроками заживления и высоким риском инфицирования. Прямой и длительный контакт брюшины с внешней средой травмирует ее, провоцирует развитие пареза кишечника и образование спаек, которые могут приводить к явлениям кишечной непроходимости. Li X., 2022 демонстрируют существенное улучшение клинических исходов: в обеих группах не было зарегистрировано ни одного случая перитонита,

кишечной непроходимости или рецидива злокачественного новообразования [5]. Такой прогресс может быть обусловлен общим развитием хирургических технологий, совершенствованием техники операций, с учетом анализа развившихся осложнений, а также улучшением профилактических мероприятий по предупреждению

поверхностных раневых инфекций. При анализе статьи Eklind S., 2015 было определено, что в группе лапароскопии было зафиксировано 2 случая перитонита при их отсутствии после лапаротомии, тогда как длительное заживление раны наблюдалось только в группе лапаротомии (2 эпизода).

Таблица 1

Характеристика интраоперационного периода

Осложнения		Время операции, минут	Количество удаленных ЛУ, штук	Повреждение мочевыводящих путей, абс. (%)
Li X., 2022	ЛТ, n=336	180	18	5 (1,6%)
	ЛС, n=302	200	20	4 (1,4%)
	p	<0,001*	0,005*	0,99
Lv X., 2023	ЛТ, n=17	216	28	0
	ЛС, n=17	202	25	0
	p	0,18	0,49	0,99
Eklind S., 2015	ЛТ, n=48	179	13	1 (2,1%)
	ЛС, n=40	127	13	2 (5%)
	p	<0,001*	0,99	0,75

Примечания: * – показатели статистически значимы ($p < 0,05$).

Сокращения: ЛУ – лимфатические узлы, ЛТ – лапаротомия, ЛС – лапароскопия.

Таблица 2

Характеристика раннего послеоперационного периода

Осложнения		Кровопотеря за 1 сутки, мл	Перитонит, абс. (%)	Длительное заживление послеоперационной раны, абс. (%)
Li X., 2022	ЛТ, n=336	150	14 (4,4%)	7 (2,2%)
	ЛС, n=302	100	11 (3,8%)	3 (1,0%)
	p	<0,001*	0,72	0,42
Lv X., 2023	ЛТ, n=17	350	0	–
	ЛС, n=17	278	0	–
	P	0,04*	0	–
Eklind S., 2015	ЛТ, n=48	317	0	2 (4,2%)
	ЛС, n=40	76	2 (5%)	0
	p	<0,001*	0,50	0,50
Осложнения		Кишечная непроходимость, абс. (%)	Тромбоз, абс. (%)	Рецидив, абс. (%)
Li X., 2022	ЛТ, n=336	9 (2,8%)	3 (0,9%)	11 (3,3%)
	ЛС, n=302	7 (2,4%)	2 (0,7%)	10 (3,3%)
	P	0,76	0,99	0,99
Lv X., 2023	ЛТ, n=17	0	–	0
	ЛС, n=17	0	–	0
	P	0	–	0
Eklind S., 2015	ЛТ, n=48	–	–	–
	ЛС, n=40	–	–	–
	p	–	–	–

Примечания: * – показатели статистически значимы ($p < 0,05$), "–" – данные в статье отсутствуют.

Сокращения: ЛТ – лапаротомия, ЛС – лапароскопия.

Проведенный нами анализ продемонстрировал характерные различия между лапароскопическим и лапаротомическим доступами в хирургическом лечении злокачественных новообразований матки. Основным преимуществом лапароскопического доступа в сравнении с лапаротомическим является значительное снижение объема

кровопотери к исходу первых суток, что обусловлено меньшей травматизацией тканей. В то же время, большая продолжительность лапароскопического вмешательства, подтвержденная исследованием Li X., 2022 [5], может быть связана с технической сложностью методики: опосредованный доступ, двумерная визуализация, стоит отметить, что наложение

швов и перевязка сосудов будут требовать более скоординированных движений через ограниченное число портов. Существенным направлением дальнейших исследований является оценка роли робот-ассистированной лапароскопии, которая позволяет преодолеть часть технических ограничений стандартного лапароскопического доступа, обеспечивая трехмерную визуализацию и большую точность движений хирурга [2]. При этом онкологическая радикальность, оцениваемая по количеству удаленных лимфоузлов, оказалась сопоставимой между двумя группами. В настоящее время вопрос онкологической безопасности лапароскопии остается дискуссионным. С одной стороны, онкологические результаты сопоставимы с результатами открытой операции у пациентов с раком шейки матки на ранней стадии [4, 11]. С другой стороны, согласно данным крупного рандомизированного исследования LACC (Laparoscopic Approach to Cervical Cancer) при раке шейки матки (стадии от IA2 до IB2 – при которой инвазивная карцинома размером >2 см, но ≤ 4 см в наибольшем измерении) анализ показателей безрецидивной выживаемости и общей выживаемости в течение 4,5 лет был хуже при проведении минимально инвазивной радикальной гистерэктомии по сравнению с открытым доступом [8]. Вероятно, что в исследовании LACC проводились манипуляции с использованием внутриматочных

манипуляторов и техникой кольпотомии, которые потенциально способствовали диссеминации опухолевых клеток. В исследованиях, демонстрирующих сопоставимые онкологические исходы, могли применяться модифицированные методики, такие как: техника "No-Look, No-Touch", отказ от внутриматочного манипулятора или закрытая кольпотомии, они направлены на снижение этих рисков, или же имелись ограничения, связанные отбором пациентов. Результаты нашего анализа и данные литературы свидетельствуют о том, что преимущества лапароскопии (снижение кровопотери, меньшая частота раневых осложнений) должны быть также потенциально безопасными для онкологических пациентов с высоким процентом безрецидивной выживаемости.

Выводы. В результате проведенного нами анализа, стоит отметить, что малоинвазивное вмешательство является предпочтительным вариантом для лечения микроинвазивного рака шейки матки в связи с низкой частотой послеоперационных осложнений. Однако, открытый доступ сохраняет свою актуальность при инвазивном раке шейки матки, а также у лиц пожилого возраста. Окончательный выбор хирургического доступа при злокачественных новообразованиях шейки матки требует индивидуального подхода в каждом конкретном случае.

Список литературы

1. Chen C. *Laparoscopic versus abdominal radical hysterectomy for stage IB1 cervical cancer patients with tumor size ≤ 2 cm: a case-matched control study* / C. Chen, P. Liu, Y. Ni et al. // *International Journal of Clinical Oncology*. – 2020. – Vol. 25, №5. – P. 937-947. – DOI: 10.1007/s10147-020-01630-z
2. Corrado G. *Comparison between robotic and laparoscopic radical hysterectomy for early cervical cancer: A multi-institutional study* / G. Corrado, E. Vizza, V. Gallotta et al. // *Journal of Minimally Invasive Gynecology*. – 2020. – Vol. 27, №1. – P. 150-157. – DOI: 10.1016/j.jmig.2019.02.004
3. Eklind S. *A prospective, comparative study on robotic versus open-surgery hysterectomy and pelvic lymphadenectomy for endometrial carcinoma* / S. Eklind, A. Lindfors, P. Sjöli et al. // *International Journal of Gynecological Cancer*. – 2015. – Vol. 25, №2. – P. 250-256. – DOI: 10.1097/IGC.0000000000000357
4. He H.Y. *Comparison of the short-term and long-term outcomes of laparoscopic surgery and open surgery for early-stage cervical cancer* / H.Y. He, Z.J. Yang, D.Y. Zeng et al. // *Chinese Journal of Oncology*. – 2017. – Vol. 39, №6. – P. 458-466. – DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2017.06.011
5. Li X. *Comparative single-center study between modified laparoscopic radical hysterectomy and open radical hysterectomy for early-stage cervical cancer* / X. Li, X. Pei, H. Li et al. // *World Journal of Surgical Oncology*. – 2022. – Vol. 20, №1. – Art. №392. – DOI: 10.1186/s12957-022-02866-x
6. Manchana T. *Comparison of Perioperative and Oncologic Outcomes with Laparotomy, and Laparoscopic or Robotic Surgery for Women with Endometrial Cancer* / T. Manchana, P. Puangsricharoen, N. Sirisabya et al. // *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. – 2015. – Vol. 16, №13. – P. 5483-5488. – DOI: 10.7314/apjcp.2015.16.13.5483
7. Mori K.M. *Minimally invasive surgery in gynecologic oncology* / K.M. Mori, N.L. Neubauer // *ISRN Obstetrics and Gynecology*. – 2013. – Vol. 2013. – Art. №312982. – DOI: 10.1155/2013/312982
8. Ramirez P.T. *LACC Trial: Final Analysis on Overall Survival Comparing Open Versus Minimally Invasive Radical Hysterectomy for Early-Stage Cervical Cancer* / P.T. Ramirez et al. // *Journal of Clinical Oncology*. – 2024. – Vol. 42. – P. 2741-2746. – DOI: 10.1200/JCO.23.02335

9. Reijntjes B. *Recurrence and survival after laparoscopy versus laparotomy without lymphadenectomy in early-stage endometrial cancer: Long-term outcomes of a randomised trial* / B. Reijntjes, M. van Suijlichem, J.M. Woolderink et al. // *Gynecologic Oncology*. – 2022. – Vol. 164, №2. – P. 265-270. – DOI: 10.1016/j.ygyno.2021.12.019
10. Sadlecki P. *Hysterectomy for oncological and non-oncological reasons in patients over 70 years of age – comparison of robot-assisted, laparoscopic, and open approaches* / P. Sadlecki, M. Walentowicz-Sadlecka // *Journal of Robotic Surgery*. – 2025. – Vol. 19, №1. – Art. №497. – DOI: 10.1007/s11701-025-02676-9
11. Togami S. *Comparison of Surgical and Oncological Outcomes between Laparoscopic and Open Surgeries in Patients with Stage IA1 Cervical Cancer* / S. Togami, N. Furuzono, M. Mizuno et al. // *Gynecology and Minimally Invasive Therapy*. – 2025. – Vol. 14, №2. – P. 152-156. – DOI: 10.4103/gmit.GMIT-D-24-00019

Горбач Л.А. Искусственный интеллект в хирургии: направления использования и риски / Л.А. Горбач // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 27-33

УДК 004.896

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ХИРУРГИИ: НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РИСКИ

ГОРБАЧ Л.А.

Республиканский научно-практический центр "Мать и дитя", Минск, Беларусь

Аннотация

Применение искусственного интеллекта (ИИ) охватывает широкий спектр направлений: онкологию, кардиохирургию, нейрохирургию, микрососудистую хирургию, урологию, гинекологию, а также амбулаторную и общую хирургию.

Целью настоящего исследования стало определение основных направлений и возможностей использования ИИ на этапах хирургического лечения, а также при роботизированной хирургии; установление основных групп риска, связанных с применением ИИ в хирургии; анализ документированных случаев неудач, ошибок и нанесения вреда при использовании ИИ в хирургии по данным научных публикаций.

Материал и методы. Для проведения исследования были использованы публикации специализированных журналов; систематические обзоры исследований в области здравоохранения Кокрейна, базы данных сайтов the Artificial Intelligence Incident Database (AIID, <https://incidentdatabase.ai>) и the AI, Algorithmic and Automation Incidents and Controversies repository (AIAAIC, <https://www.aiaaic.org>).

Результаты: определены 4 направления использования ИИ в хирургии: предоперационное планирование, интраоперационная навигация, послеоперационный мониторинг и роботизированная хирургия. Выявлено 10 групп рисков, связанных с применением ИИ в хирургии: ошибки алгоритмов; неточности в интраоперационном анализе; "чёрный ящик" – непрозрачность логики принятия решений ИИ; низкая обобщаемость моделей; интраоперационные риски; снижение навыков хирургов (de-skilling); этические и юридические проблемы; алгоритмическая предвзятость; утечки данных; прямое нанесение вреда. Проанализированы два документально подтверждённых случая проявления предвзятости ИИ-алгоритмов, используемых для определения приоритетности пациентов в листах ожидания трансплантации органов.

Заключение. ИИ обладает огромным потенциалом для трансформации хирургии, но его внедрение требует сбалансированного подхода: максимальной пользы при минимизации рисков. Только при соблюдении строгих стандартов безопасности, прозрачности и справедливости ИИ сможет стать надёжным союзником в спасении человеческих жизней.

Ключевые слова: хирургия, искусственный интеллект, этапы хирургического лечения, риски, случаи

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SURGERY: APPLICATIONS AND RISKS

GORBACH L.A.

Republican Scientific and Practical Center "Mother and Child", Minsk, Belarus

* Сведения об авторах:

Горбач Лариса Александровна, e-mail: larisa-horbach@yandex.ru, государственное учреждение "Республиканский научно-практический центр "Мать и дитя" Министерства здравоохранения Республики Беларусь, научный отдел, 220053, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Орловская, 66
SPIN-код: 8151-6012, ORCID: 0000-0002-9062-0144

Abstract

Artificial intelligence applications span a wide range of fields, including oncology, cardiac surgery, neurosurgery, microvascular surgery, urology, gynecology, and outpatient and general surgery.

The aim of this study was to identify the main areas and potential uses of AI during surgical treatment, including robotic surgery; identify the main risk groups associated with the use of AI in surgery; and analyze documented cases of failures, errors, and harm associated with the use of AI in surgery based on scientific publications.

Materials and Methods. The study utilized publications from specialized journals; Cochrane systematic reviews of healthcare research; and the Artificial Intelligence Incident Database (AIID, <https://incidentdatabase.ai>) and the AI, Algorithmic, and Automation Incidents and Controversies repository (AIAAIC, <https://www.aiaaic.org>). **Results:** Four areas of AI use in surgery were identified: preoperative planning, intraoperative navigation, postoperative monitoring, and robotic surgery. Ten groups of risks associated with the use of AI in surgery were identified: algorithmic errors; inaccuracies in intraoperative analysis; "black box" (non-transparent AI decision-making logic); low model generalizability; intraoperative risks; de-skilling; ethical and legal issues; algorithmic bias; data leaks; and direct harm. Two documented cases of bias in AI algorithms used to prioritize patients on organ transplant waiting lists were analyzed.

Conclusion. AI has enormous potential to transform surgery, but its implementation requires a balanced approach: maximizing benefits while minimizing risks. Only by adhering to strict standards of safety, transparency, and fairness can AI become a reliable ally in saving human lives.

Keywords: *surgery, artificial intelligence, stages of surgical treatment, risks, cases*

Актуальность. Искусственный интеллект (ИИ) применяется в различных областях хирургии.

В онкологической практике при хирургических вмешательствах на молочной железе технологии ИИ применяются для автоматизированной обработки и анализа диагностических изображений, включая маммограммы и данные магнитно-резонансной томографии, помогают в прогнозировании рецидивов и осложнений, а также в индивидуализации последующего наблюдения [2].

В кардиохирургии ИИ применяется для предоперационной стратификации риска, прогнозирования осложнений и исходов после операций на клапанах, коронарного шунтирования, трансплантации сердца и коррекции врождённых пороков. ИИ также используется для анализа физиологических данных (ЭКГ, ЭЭГ) для оценки глубины анестезии и предотвращения интраоперационных осложнений [3, 23].

В микрососудистой хирургии ИИ позволяет автоматизировать картирование перфорантов, дизайн лоскутов и индивидуализированную стратификацию рисков [4].

В нейрохирургии ИИ-ассистированные системы навигации сокращают длительность операций и уменьшают риск неправильной установки электродов при глубокой стимуляции

мозга [16]. В хирургии позвоночника нейронные сети превосходят традиционные алгоритмы при выборе пациентов и прогнозировании исходов [5].

В роботизированной урологической онкологии машинное обучение используется для автоматического сопоставления анатомии, прогнозирования кровотока и мониторинга движения органов в реальном времени, что повышает точность и эффективность вмешательств [7].

При гинекологических операциях ИИ используется для анализа больших массивов данных, получаемых при роботизированных вмешательствах, для повышения точности навигации, поддержки принятия решений и обучения хирургов [19]. Применяются алгоритмы для предоперационного планирования, интраоперационного распознавания анатомических структур и инструментов, а также для оценки исходов [19].

В амбулаторной хирургии ИИ помогает в выборе пациентов для амбулаторных вмешательств, прогнозировании возможности выписки в день операции, управлении послеоперационным восстановлением и мониторинге осложнений, персонализации последующего наблюдения [1, 18]. Применяются ансамблевые модели машинного обучения для предсказания потребности в

опиоидных анальгетиках, оценки риска осложнений и оптимизации затрат [1, 18].

В общей хирургии ИИ применяется для интерпретации изображений, автоматизации построения клинических историй, прогнозирования траектории пациента и рисков, а также для поддержки навигации и роботизированных манипуляций [9, 14].

Большинство ИИ-технологий находятся на стадии пилотных исследований или ограниченного клинического внедрения, и их широкое применение в хирургии требует дальнейшей стандартизации, валидации и интеграции в клинические рабочие процессы [1, 2, 3, 6, 9, 14, 18, 19, 23].

Цель работы. Целью настоящего исследования стало определение основных направлений и возможностей использования ИИ на этапах хирургического лечения, а также при роботизированной хирургии; установление основных групп риска, связанных с применением ИИ в хирургии; анализ документированных случаев неудач, ошибок и нанесения вреда при использовании ИИ в хирургии по данным научных публикаций.

Материалы и методы. Для проведения исследования были использованы публикации журнала The New England Journal of Medicine, специализированных журналов сети JAMA; систематические обзоры исследований в области здравоохранения Кокрейна, Национальной комплексной онкологической сети (The National Comprehensive Cancer Network®), базы данных сайтов the Artificial Intelligence Incident Database (AIID, <https://incidentdatabase.ai>) и the AI, Algorithmic and Automation Incidents and Controversies repository (AIAAIC, <https://www.aiaaic.org>).

Результаты исследования. На основании имеющихся публикаций установлено, что современные методы использования ИИ в хирургии охватывают все этапы хирургического лечения. Нами определены 4 направления использования ИИ в хирургии: предоперационное планирование, интраоперационная навигация, послеоперационный мониторинг и роботизированная хирургия.

1. Предоперационное планирование.

ИИ широко используется для автоматизированного анализа медицинских изображений, сегментации анатомических структур и моделирования хирургических подходов. Машинное обучение позволяет

ускорять создание 3D-моделей анатомии, сокращая время ручной сегментации с часов до секунд [2, 4, 5].

2. Интраоперационная навигация и поддержка.

ИИ-инструменты интегрируются в системы виртуальной и дополненной реальности для повышения точности навигации, например, при установке винтов в спинальной хирургии, что снижает лучевую нагрузку и повышает безопасность. ИИ-модели глубокого обучения анализируют видеопоток из операционной, распознают этапы операции, анатомические структуры и хирургические инструменты с высокой точностью (81-98%), что способствует автоматизации документации, обучению и повышению безопасности [6].

3. Послеоперационный мониторинг.

ИИ-приложения на мобильных устройствах обеспечивают непрерывный мониторинг состояния лоскутов с чувствительностью более 90%, а также прогнозируют развитие инфекций, потребность в трансфузии и долгосрочные исходы [1, 2, 4].

4. Роботизированная хирургия.

ИИ интегрируется в роботизированные платформы для анализа телеметрии, обратной связи по навыкам хирурга, повышения эффективности процедур и автоматизации отдельных этапов операции. Технологии дополненной реальности и сенсоры натяжения на роботизированных манипуляторах позволяют отслеживать движение органов и тканей, что способствует более точному выполнению манипуляций [7, 15]. Вместе с тем, большинство ИИ-приложений пока реализованы на уровне ассистирования (robot assistance), обеспечивая поддержку хирурга в реальном времени, а автономные системы находятся на ранних стадиях разработки и клинической оценки [5, 7, 15, 16].

По данным публикаций использование систем ИИ в хирургии связано с рядом потенциальных рисков и осложнений для пациентов на всех этапах хирургического лечения – от предоперационного планирования до интраоперационной навигации и роботизированных вмешательств. При анализе практического использования ИИ в хирургии, отмечались случаи, когда алгоритмы, используемые для мониторинга, прогнозирования и диагностики, приводили к ошибочным решениям, непосредственно

затрагивающим безопасность пациентов при хирургических вмешательствах [10, 22].

Установлено 10 основных групп рисков применения ИИ в хирургии. Ниже приводится их классификация и описание.

1. Ошибки алгоритмов и ложные решения. Недостаточно обученные или плохо валидированные ИИ-системы могут выдавать ошибочные рекомендации по предоперационному планированию, выбору тактики или объёма вмешательства, что способно привести к неправильному выбору хирургической стратегии и, как следствие, к ухудшению исходов или возникновению осложнений [9, 12, 17, 20].

2. Ошибки в автоматическом анализе интраоперационных событий. ИИ-системы, предназначенные для автоматического выявления интраоперационных осложнений (например, кровотечения, повреждения сосудов, термического повреждения), могут давать ложноположительные или ложноотрицательные результаты, что приводит к пропуску критических осложнений или ненужному вмешательству. В ряде случаев недостаточная точность алгоритмов и отсутствие стандартизации определения интраоперационных осложнений приводили к ошибкам в реальном времени, потенциально увеличивая риск для пациента [18].

3. Ограниченная интерпретируемость и прозрачность. Алгоритмическая "непрозрачность" (black box) затрудняет понимание логики принятия решений ИИ, что может препятствовать своевременному выявлению ошибок и снижать уровень доверия со стороны хирургов [9, 20, 21]. В ряде случаев врачи сталкивались с невозможностью понять логику работы ИИ-системы, что затрудняло своевременное выявление ошибок и принятие корректирующих решений. Данные ошибки особенно критичны в хирургии, где промедление или неправильная реакция на ошибку алгоритма может привести к серьёзному вреду [10, 22].

4. Переносимость и обобщаемость моделей. ИИ-системы, обученные на ограниченных или нерепрезентативных данных, могут демонстрировать низкую точность при применении в новых клинических условиях, что увеличивает риск ошибочных решений и осложнений [9, 17]. В ряде публикаций отмечены случаи, когда ИИ-системы, обученные на ограниченных или

нерепрезентативных данных, демонстрировали низкую точность при применении в новых клинических условиях. Это приводило к ошибкам в распознавании анатомических структур, неправильной навигации и выбору хирургической тактики, что могло способствовать возникновению осложнений [10].

5. Интраоперационные риски. При использовании ИИ для навигации и роботизированных манипуляций возможны ошибки в пространственной регистрации, распознавании анатомических структур и управлении инструментами, что может привести к повреждению тканей, сосудов или органов [9, 17, 20].

6. Снижение клинической компетентности (de-skilling). Длительная работа с ИИ-системами и автоматизация ряда этапов вмешательства могут привести к снижению навыков и клинической бдительности хирургов, что увеличивает риск ошибок при сбоях или отказах ИИ [13, 20].

7. Этические и юридические риски. Вопросы ответственности за ошибочные решения, принятые на основе ИИ, остаются нерешёнными, особенно при использовании автономных или полуавтономных систем. Это может затруднить разбор осложнений и принятие мер по их предотвращению [11, 21].

8. Алгоритмические предвзятости и неравенство. Использование ИИ, обученного на нерепрезентативных данных, может приводить к систематическим ошибкам в отношении отдельных групп пациентов, что нарушает принципы справедливости и может увеличивать риск осложнений у уязвимых популяций [9, 21].

В базе данных AIAAIC имеется описание двух случаев предвзятости ИИ-алгоритмов, используемых для определения приоритетности пациентов для трансплантации органов.

Случай AIAAIC1384. В 2023 году афроамериканец Энтони Рэндалл подал иск против объединённой сети по обмену органами (UNOS) и медицинского центра "Седарс-Синай" в Лос-Анджелесе. Он обвинил организации в использовании расово предвзятого алгоритма, который значительно увеличил время ожидания трансплантации почки для него и других чернокожих пациентов. Рэндалл, страдающий почечным заболеванием, проходил диализ три раза в неделю и не мог работать из-за болезни. Он ждал донорскую почку более пяти лет – на два года дольше, чем требовалось бы при

корректном расчёте. По его утверждению, это лишило его возможности зарабатывать и нанесло экономический ущерб из-за расходов на диализ и другие медицинские процедуры. Проблема заключалась в формуле для расчёта расчётной скорости клубочковой фильтрации, которая учитывала расовую принадлежность пациентов. В неё был включён "модификатор для пациентов, идентифицированных как чернокожие", который завышал оценку функции почек на 16% по сравнению с белыми пациентами. Это приводило к тому, что у чернокожих пациентов заболевание диагностировалось позже, а включение в список на трансплантацию откладывалось.

Случай AIAAIC2189. В 2018 году национальная служба здравоохранения Великобритании (NHS) внедрила алгоритм оценки пользы трансплантации (TBS) – систему ИИ, призванную сделать распределение донорских печени более справедливым и сократить смертность в листе ожидания. Алгоритм анализировал 21 параметр реципиента (включая возраст, тип и тяжесть заболевания) и 7 параметров донора, чтобы определить приоритетность пациентов с наибольшей вероятностью скорой смерти. Но "объективный" алгоритм дал сбой – и этот сбой оказался смертельно опасен для молодых людей. Вместо равенства система создала новую форму дискриминации: молодые пациенты вынуждены ждать трансплантации в четыре раза дольше, чем раньше; в среднем им приходится ждать на 156 дней дольше, чем пациентам старше 60 лет. Парадокс заключался в том, что изначальная логика алгоритма была проста: в первую очередь спасать тех, кто может умереть в ближайшее время. Чаще всего это пожилые люди с тяжёлыми сопутствующими заболеваниями. Но система не учла ключевой момент: молодые пациенты не "менее достойны" спасения только потому, что их организм крепче. Алгоритм был оптимизирован под максимальное сокращение смертности в листе ожидания – он выбирал тех, кто, по его расчётам, умрёт быстрее. При этом он недооценивал долгосрочную перспективу: молодой пациент с тяжёлым заболеванием может прожить десятилетия после трансплантации, а пожилой – лишь несколько лет. Этот случай является ярким примером того, как стремление к "объективности" через ИИ может привести к непреднамеренной, но реальной дискриминации. Алгоритм не был

создан с целью навредить молодым пациентам – он просто не смог понять ценность их будущего.

Эти два случая подчёркивают опасность предвзятости в ИИ-алгоритмах и необходимость тщательной проверки таких систем на предмет дискриминации при использовании в клинической практике. Медицинские работники должны знать об этой предвзятости, чтобы предотвратить дискриминационные результаты.

9. Нарушение конфиденциальности и безопасности данных. Использование больших массивов клинических данных для обучения и работы ИИ-систем сопряжено с рисками утечки персональной информации и несанкционированного доступа [11, 12, 21].

10. Прямое нанесение вреда: В обзоре реальных случаев зафиксированы инциденты высокой и критической степени тяжести, когда ИИ-системы ошибочно интерпретировали данные мониторинга или визуализации, что приводило к неправильным действиям во время хирургического вмешательства и ухудшению исходов. Хотя большинство таких случаев связано с системами мониторинга и поддержки принятия решений, а не с полностью автономными хирургическими роботами, риск остается актуальным для всех типов ИИ-приложений [10].

В целом, данные научных публикаций подчеркивают необходимость стандартизации, прозрачности и многоцентровой валидации ИИ-систем, а также систематического сбора и анализа случаев для повышения безопасности хирургической практики [8, 10, 22].

Выводы. ИИ активно внедряется в хирургию и демонстрирует значительный потенциал на всех этапах хирургического лечения – от предоперационного планирования до послеоперационного мониторинга. Его применение охватывает широкий спектр направлений: онкологию, кардиохирургию, нейрохирургию, микрососудистую хирургию, урологию, гинекологию, а также общую хирургию. Ключевыми преимуществами ИИ является ускорение обработки медицинских изображений и создание 3D-моделей анатомии, повышение точности интраоперационной навигации – в том числе с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности, поддержка роботизированных манипуляций и автоматизация отдельных этапов операций, непрерывный мониторинг состояния пациентов и прогнозирование осложнений, а также индивидуализация

последующего наблюдения и оптимизация ресурсов.

Однако наряду с преимуществами использование ИИ в хирургии сопряжено с существенными рисками, которые могут напрямую влиять на безопасность пациентов. Анализ научной литературы и реальных случаев выявил 10 групп рисков, среди которых наиболее критичными являются: ошибки алгоритмов – ложные решения из-за недостаточного обучения или валидации, приводящие к неправильному выбору хирургической стратегии; неточности в интраоперационном анализе – ложноположительные или ложноотрицательные результаты при выявлении осложнений, что может привести к пропуску критических ситуаций или ненужному вмешательству; "чёрный ящик" – непрозрачность логики принятия решений ИИ, затрудняющая понимание врачами рекомендаций и своевременное выявление ошибок; низкая обобщаемость моделей – снижение точности при применении в новых клинических условиях из-за обучения на ограниченных или нерепрезентативных данных; интраоперационные риски – ошибки в пространственной регистрации, распознавании анатомических структур и управлении инструментами, способные привести к повреждению тканей или органов; снижение навыков хирургов (*de-skilling*) – из-за чрезмерной автоматизации и привыкания к помощи ИИ; этические и юридические проблемы – неопределённость ответственности за ошибки, особенно при использовании автономных или полуавтономных систем; алгоритмическая предвзятость – дискриминация отдельных групп пациентов (по возрасту, расе и т.д.) из-за использования нерепрезентативных данных для обучения; утечки данных – риски нарушения конфиденциальности при работе с

большими массивами клинических данных; прямое нанесение вреда – ошибочная интерпретация данных мониторинга или визуализации, ведущая к неправильным действиям во время хирургического вмешательства и ухудшению исходов.

Из этого следует, что во-первых, ИИ должен рассматриваться как помощник, а не замена хирургу: системы ИИ следует использовать как инструмент поддержки принятия решений, а не как автономный механизм без контроля со стороны врача. Во-вторых, необходима строгая валидация: перед внедрением ИИ-системы должны проходить многоцентровые клинические испытания и стандартизованную проверку на точность, безопасность и отсутствие предвзятости. В-третьих, важна прозрачность алгоритмов: разработчики обязаны обеспечивать интерпретируемость решений ИИ, чтобы врачи понимали логику рекомендаций. В-четвёртых, требуется мониторинг инцидентов: следует создать единую базу данных ошибок ИИ в медицине (по аналогии с AIPD и AIAAIC) для систематического анализа и предотвращения повторения проблем. В-пятых, нужен этический контроль: необходимо разработать чёткие юридические и этические нормы использования ИИ в хирургии, включая ответственность за ошибки. В-шестых, важно обучение специалистов: хирурги должны быть осведомлены о потенциальных рисках ИИ и уметь критически оценивать его рекомендации.

ИИ обладает огромным потенциалом для трансформации хирургии, но его внедрение требует сбалансированного подхода: максимальной пользы при минимизации рисков. Только при соблюдении строгих стандартов безопасности, прозрачности и справедливости ИИ сможет стать надёжным союзником в спасении человеческих жизней.

Список литературы

1. *Artificial Intelligence in Ambulatory Surgery: Current Applications, Challenges, and Future Directions* / L. Liu [et al.] // *J. Med. Syst.* – 2025 Oct 27. – Vol. 49, №1. – P. 146.
2. *Artificial intelligence in breast surgery: Current applications, challenges, and future perspectives* / M. Khajeh [et al.] // *J. Int. Med. Res.* – 2026 Jan. – Vol. 54, №1. – P. 3000605251412124.
3. *Artificial intelligence in cardiac surgery: A systematic review* / R.M. Sulague [et al.] // *World. J. Surg.* – 2024 Sep. – Vol. 48, №9. – P. 2073-2089.
4. *Artificial Intelligence in Microsurgical Planning: A Five-Year Leap in Clinical Translation* / O. Shadid [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2025 Jun 27. – Vol. 14, №13. – P. 4574.
5. *Artificial Intelligence in Planning for Spine Surgery* / I.S. Ali [et al.] // *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* – 2025 Dec. – Vol. 18, №12. – P. 627-634.
6. *Artificial intelligence in the operating room: A systematic review of AI models for surgical phase, instruments and anatomical structure identification* / S. Paracchini [et al.] // *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* – 2025 Nov. – Vol. 104, №11. – P. 2054-2064.

7. *Artificial Intelligence in Urologic Robotic Oncologic Surgery: A Narrative Review* / T. Bellos [et al.] // *Cancers (Basel)*. – 2024 May 4. – Vol. 16, №9. – P. 1775.
8. *Automated Capture of Intraoperative Adverse Events Using Artificial Intelligence: A Systematic Review and Meta-Analysis* / M.B. Eppler [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2023 Feb 20. – Vol. 12, №4. – P. 1687.
9. *Comprehensive overview of artificial intelligence in surgery: a systematic review and perspectives* / O. Chevalier [et al.] // *Pflugers Arch.* – 2025 Apr. – Vol. 477, №4. – P. 617-626.
10. *Denecke K. The Unintended Harm of Artificial Intelligence (AI): Exploring Critical Incidents of AI in Healthcare* / K. Denecke, G. Lopez-Campos, R. May // *Stud. Health. Technol. Inform.* – 2025 Aug 7. – Vol. 329. – P. 1013-1018.
11. *Ethical Considerations in the Deployment of Artificial Intelligence in Surgery* / P.A. Barrios [et al.] // *J Surg. Res.* – 2025 Nov. – Vol. 315. – P. 268-274.
12. *Harvesting the Power of Artificial Intelligence for Surgery: Uses, Implications, and Ethical Considerations.* / J.A. Kavian [et al.] // *Am. Surg.* – 2023 Dec. – Vol. 89, №12. – P. 5102-5104.
13. *International expert consensus on the current status and future prospects of artificial intelligence in metabolic and bariatric surgery* / M. Kermansaravi [et al.] // *Sci. Rep.* – 2025 Mar 18. – Vol. 15, №1. – P. 9312.
14. *Interpretation and Use of Applied/Operational Machine Learning and Artificial Intelligence in Surgery* / M.J. Douglas [et al.] // *Surg. Clin. North. Am.* – 2023 Apr. – Vol. 103, №2. – P. 317-333.
15. *Intraoperative Applications of Artificial Intelligence in Robotic Surgery: A Scoping Review of Current Development Stages and Levels of Autonomy* / B. Vasey [et al.] // *Ann. Surg.* – 2023 Dec 1. – Vol. 278, №6. – P. 896-903.
16. *Koryciński M. Decision Support Systems in Neurosurgery: Current Applications and Future Directions.* / M. Koryciński, K.A. Ciecierski, E. Niewiadomska-Szynkiewicz // *Sensors (Basel)*. – 2025, Dec 5. – Vol. 25, №24. – P. 7415.
17. *Liu Y. Potential Risk of Intelligent Technologies in Clinical Orthopedics* / Y. Liu [et al.] // *Adv. Exp. Med. Biol.* – 2018. – Vol. 1093. – P. 281-288.
18. *Patel S. Artificial intelligence and machine learning applications in ambulatory surgery – A systematic review.* / S. Patel, V. Mishra, V. Manda // *Am. J. Surg.* – 2025, Dec 11. – Vol. 116775.
19. *Pipes G.M. Artificial Intelligence and Gynecologic Surgery* / G.M. Pipes, A.J. Hung, K.H. Kim // *Obstet. Gynecol.* – 2025 Nov 1. – Vol. 146, №5. – P. 672-678.
20. *Promises and Perils of Artificial Intelligence in Neurosurgery* / S.S. Panesar [et al.] // *Neurosurgery.* – 2020 Jul 1 – Vol. 87, №1. – P. 33-44.
21. *The ethical considerations of integrating artificial intelligence into surgery: a review* / A. Rad Arjomandi [et al.] // *Interdiscip. Cardiovasc. Thorac. Surg.* – 2025 Mar 5. – Vol. 40, №3. – P. ivae192.
22. *The Unexpected Harms of Artificial Intelligence in Healthcare: Reflections on Four Real-World Cases* / K. Denecke [et al.] // *Stud Health Technol Inform.* – 2025 May 2. – Vol. 325. – P. 55-60.
23. *Use of Artificial Intelligence in Improving Outcomes in Heart Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association* / A.A. Armoundas [et al.] // *Circulation.* – 2024 Apr 2. – Vol. 149, №14. – P. e1028-e1050.

Махнина П.О. Цвет радужной оболочки глаз: генетические и офтальмологические аспекты / П.О. Махнина, Н.М. Шлепотина // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 34-39

УДК 611.08\$=57.08

ЦВЕТ РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗ: ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

МАХНИНА П.О., ШЛЕПОТИНА Н.М.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия

Аннотация

Цвет глаз представляет собой сложный фенотипический признак человека, наследование которого зависит от целой группы генов. На сегодняшний день хорошо изучены генетические детерминанты проявления карего и голубого цветов глаз, в то время как механизмы наследования промежуточных оттенков радужной оболочки еще во многом предстоит изучить. Кроме того, установлено, что цвет глаз зависит от структурных особенностей радужки. Стремление к некоему идеалу во внешности иногда проявляется у человека в желании изменить природный оттенок глаз. Помимо существования цветных контактных линз в последние годы появились сообщения о способах радикальной коррекции цвета радужки, безопасность которых до сих пор остается под вопросом и требует дальнейшего изучения. В литературе имеется целый ряд сообщений о развитии осложнений после таких процедур.

Ключевые слова: цвет глаз, радужная оболочка, офтальмология, генетика, меланоциты, меланин, косметические импланты радужной оболочки, фотоабляционная косметическая иридопластика, косметическая кератопигментация

IRIS COLOR: GENETIC AND OPHTHALMOLOGICAL ASPECTS

MAHNINA P.O., SHLEPOTINA N.M.

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Eye color is a complex phenotypic trait in humans, and its inheritance depends on a whole group of genes. Today, the genetic determinants of brown and blue eye colors have been well-studied, while the mechanisms of inheritance for intermediate shades of the iris are still largely unknown. Additionally, it has been established that eye color is influenced by the structural features of the iris. The desire for an ideal appearance sometimes manifests itself in the desire to change one's natural eye color. In addition to the existence of colored contact lenses, there have been reports in recent years about methods of radical iris color correction, the safety of which is still questionable and requires further study. There are a number of reports in the literature about complications that have occurred after such procedures.

* Сведения об авторах:

Махнина Полина Олеговна, e-mail: polina182003@mail.ru, студент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра анатомии и оперативной хирургии, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

ORCID: 0000-0003-4363-1639

Шлепотина Нина Михайловна, e-mail: grant0408@yandex.ru, старший преподаватель, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра биологии, 454141, Российская Федерация, г. Челябинск, ул. Воровского, 64

ORCID: 0000-0003-1297-9992

Keywords: *eye color, iris, ophthalmology, genetics, melanocytes, melanin, cosmetic iris implants, photoablative cosmetic iridoplasty, cosmetic keratopigmentation*

Актуальность. Вопросы изучения структуры и цвета радужной оболочки глаз актуальны в медицине и биологии для офтальмологов, врачей-генетиков, морфологов, антропологов и других специалистов, а также в социальной сфере: например, в области биометрии, поскольку структура и цвет радужки настолько же уникальны, как и отпечатки пальцев [39, 42].

Были предприняты попытки упорядочить все многообразие оттенков радужки с помощью различных шкал.

В России известной шкалой для оценки цвета глаз человека является шкала Бунака В.В., которая определяет 12 классов [1].

Установлено, что цвет радужки зависит от количества пигмента меланина и соотношения его типов – эумеланина и феомеланина – в радужной оболочке глаз [39, 42, 45]: установлено, что в увеальных меланоцитах из темных радужек количество меланина, эумеланина, а также соотношение эумеланин/феомеланин выше, чем в таких же клетках из светлых радужек [45].

Кроме того, на восприятие морфологических характеристик радужки влияет плотность и структура соединительнотканной стромы радужной оболочки, наличие крипт Фукса, борозд и ряда других образований [39, 42]. Установлено, что в случае карих глаз в переднем пограничном слое и строме содержится много пигмента в противоположность голубым глазам, в которых при прохождении света через эти слабо пигментированные структуры радужки происходит рассеивание волн синей части спектра коллагеновыми фибриллами. Оттенки глаз голубого, серого, зеленого, орехового цветов определяются толщиной и плотностью радужки, количеством коллагеновых волокон и другими ее структурными особенностями [39]. Цвет глаз может изменяться в детстве: у большинства новорожденных цвет глаз голубой, а затем может стать темнее, поскольку степень пигментации увеального тракта увеличивается [2].

Частота встречаемости разных оттенков глаз различна в зависимости от региона проживания: если в странах Северной Европы генетический полиморфизм, связанный с голубым цветом глаз может встречаться у 70% населения и более [22], то, например, в Центральной Азии

преобладающим является карий цвет глаз [20]. Исследователи считают, что изначально люди обладали карим цветом глаз, а появление других оттенков было связано с мутациями и их закреплением в популяции. Анализ останков скелетов позволил предположить, что голубые глаза были у людей в Северной Европе около 8000 лет назад [7, 12, 24]. Полагают, что полиморфизм, ответственный за светлый оттенок глаз появился у человека приблизительно 14000-13000 лет назад [7, 15].

Цвет глаз – это сложный признак, который, вопреки бытующему мнению, наследуется не по законам Менделя, а полигенно [6, 46]. Кроме того, при наследовании цвета глаз имеют место такие взаимодействия генов, как эпистаз и неполное доминирование [46].

Существует целый ряд генетических детерминант, которые ответственны за формирование цвета глаз. В первую очередь, это гены OCA2 и HERC2, расположенные близко друг к другу на 15 хромосоме и демонстрирующие наличие однонуклеотидных полиморфизмов [21]. Известно, что ген OCA2 отвечает за синтез меланосомального мембранного белка, участвующего в биогенезе меланосом, транспорте некоторых меланосомальных белков и поддержании рН в данных органоидах [27, 32, 34, 35]. Так, например, ассоциация между формированием цвета глаз в рамках паттерна голубой/не голубой оттенок радужки и наличием определенных однонуклеотидных полиморфизмов была определена для вариантов гена OCA2 rs7495174 T/C, rs6497268 G/T и rs11855019 T/C в интроне 1 [11]. Было описано более 40 предположительно непатогенных аллельных вариантов гена OCA2, которые могут влиять на отличия по фенотипическому проявлению признака пигментации радужки между разными этническими группами – причем большинство из них находятся в интронных областях данного гена [6, 38]. Подобный полиморфизм (rs12913832), связанный с оттенком глаз, был описан в интроне 86 гена HERC2 [37]. Установлено, что данная область оказывает регуляторное действие на транскрипцию гена OCA2 [44]. А снижение экспрессии OCA2 в меланоцитах радужной оболочки приводит к появлению радужки голубого оттенка [37].

Также к перечню генов, которые потенциально способны оказывать влияние на формирование признака цвета глаз, могут быть отнесены ген тирозиназы TYR [28, 40], TYRP1 (ген тирозиназа-зависимого белка 1), ген белка-антипортера SLC24A4 [28], ген белка-обменника SLC24A5, а также таких генов, как IRF4, TMEM255A [36] и прочие. Кроме того, по-видимому, за восприятие цвета глаз могут отвечать гены, которые определяют особенности морфологии радужки: например, TRAF3IP1 (ассоциирован с бороздами радужной оболочки), SEMA3A (ассоциирован со строением крипт Фукса) – это, как полагают, связано с влиянием морфологических особенностей радужной оболочки на эффект Гиндаля [23, 36] – все это, однако, требует дальнейшего изучения. Тем не менее, генетические детерминанты, определяющие цвет глаз на сегодня изучены недостаточно, особенно для промежуточных оттенков глаз [6]. Но уже на сегодняшний день можно сказать, что цвет глаз является сложным признаком человека, в развитие которого вносят вклад целый ряд генетических факторов [36].

Каждый цвет глаз красив и уникален, но даже здесь в определенных группах населения существуют веяния моды, и стремление к некоему идеалу порой перевешивает доводы разума. Показано, что люди находят более привлекательными оттенки радужки, более редкие в данном регионе – например, там, где чаще среди населения встречаются светлые оттенки глаз, профессиональные модели чаще обладают карим или промежуточным оттенком глаз [14].

Для изменения цвета глаз с косметической целью люди стали применять цветные контактные линзы, что получило широкое распространение лишь в начале XXI века [14]. Хотя обсуждают, что еще в середине XX века могли менять цвет радужки при помощи таких линз – это было возможным, как полагают, в актерской среде [8]. При этом необходимо понимать, что цветные контактные линзы могут помочь лицам, которым необходима косметическая реабилитация после травм и других патологий переднего отрезка глаза, приводящих к формированию бельма, а также при некоторых врожденных патологиях – например, микрокорнеа [9, 33]. В последние годы появились сообщения о проведении вмешательств по радикальному изменению цвета радужной оболочки, среди которых

описано три основных подхода: фотоабляционная косметическая иридопластика, установка косметических интраокулярных имплантов радужной оболочки, косметическая кератопигментация [10, 17, 41].

Данные, представленные в публикациях, посвященных результатам проведения процедур по изменению цвета глаз, противоречивы. Целый ряд работ посвящен анализу осложнений после таких манипуляций – ведь именно с ними связан потенциальный риск для тех пациентов, кто решил прибегнуть к радикальной коррекции цвета радужки с изолированной косметической целью.

Фотоабляционная косметическая иридопластика представляет собой метод лазерной коррекции цвета радужки с целью осветления последней. Данная методика была разработана как процедура, призванная при соблюдении всех необходимых условий обеспечить эффективность, безопасность и предсказуемость изменения оттенка глаз [17]. Однако в литературе имеется целый ряд сообщений о случаях развития тяжелых осложнений после косметической лазерной коррекции цвета радужной оболочки, таких, например, как синдром пигментной дисперсии, пигментная глаукома, парацентральная острая срединная макулопатия [25, 30]. Так, у 32-летней пациентки после подобного вмешательства развилась двусторонняя тяжелая пигментная глаукома и парацентральная острая срединная макулопатия. Состояние сопровождалось острой потерей зрения, болью в области глазных яблок и светобоязнью. Внутриглазное давление на фоне антиглаукоматозной терапии составляло 50 мм.рт.ст. В правом глазу и 42 мм.рт.ст. В левом глазу. В передней камере обоих глаз визуализировались скопления пигментных клеток, отложения пигмента были на эндотелии роговицы и передней капсуле хрусталика, при осмотре глазного дна были выявлены интравитреальные кровоизлияния, соотношение экскавации к диску зрительного нерва было равным 0,5 в правом глазу и 0,35 в левом глазу. Развившееся состояние потребовало неотложного проведения трабекулэктомии с использованием цитостатика. Тем не менее, у пациентки в послеоперационном периоде наблюдались стабильные отклонения параметров оптической когерентной томографии. Как полагают исследователи,

массивная депигментация радужки может приводить к отложению пигмента в трабекулярной сети и нарушению оттока водянистой влаги [25]. Подобная патология с обнаружением скоплений пигмента в углу передней камеры была описана у пациентки 39 лет через 4 недели после процедуры [31]. Практикующие врачи настоятельно рекомендуют отказаться от этой рискованной и не обоснованной с медицинской точки зрения практики [25].

Установка косметических имплантов радужной оболочки с целью изменения цвета глаз также является опасной процедурой, которая может привести к развитию увеита, гифемы, глаукомы, синдрома дисперсии пигмента, катаракты, патологии роговицы, что может требовать эксплантации имплантов, вмешательств по экстракции катаракты с установкой интраокулярных линз, проведения кератопластики, трабекулэктомии и т.д. При этом косметические импланты радужки появились с 2006 года, однако часть из них уже не присутствует на рынке, а часть не получила официального одобрения к применению. Стоит отметить, что косметические импланты отличаются от протезов радужки, используемых для коррекции ее дефектов, применение которых уже зарекомендовало себя в клинической практике [19, 26, 43]. Частота различных осложнений после установки косметических имплантов может достигать 92,3% [13]. Повышение внутриглазного давления при этом объясняется следующими факторами: зрачковым блоком, возникающим при имплантации линзы без иридотомии, а также дисперсией пигмента из-за контакта

линзы с радужкой, что может привести к окклюзии трабекулярной сети [16, 29]. В связи с этим, по мнению экспертов, применение косметических имплантов радужки у пациентов с неповрежденной естественной радужкой является дискуссионным, по крайней мере, до тех пор, пока не появятся дополнительные данные о безопасности метода в краткосрочной и долгосрочной перспективе [5].

Еще одним подходом является косметическая кератопигментация фемтосекундным лазером, когда через созданный туннель в роговице вводится пигмент. В исследованиях последних лет стали появляться сообщения о результатах ее применения, которые, однако, требуют дальнейшего изучения, поскольку после манипуляции были описаны такие проявления, как эктазия роговицы, изменения цвета радужки вследствие выцветания пигмента, светочувствительность [3, 10], перфорация роговицы. Кроме того, при использовании неподходящих пигментов может развиваться токсическая реакция [4, 18].

Выводы. Цвет радужки человека представляет собой уникальный сложный признак фенотипа человека, для которого установлен сложный характер наследования. На сегодняшний день проведение манипуляций по радикальному изменению цвета глаз с косметической целью без наличия каких-либо дефектов радужки является рискованным, так как нужны дополнительные данные о безопасности методов в краткосрочной и долгосрочной перспективе, а также совершенствование всех необходимых технических регламентов выполнения манипуляций.

Список литературы

1. Дорофеева А.А. История развития методов изучения цвета глаз (ретроспектива шкал для определения пигментации и структуры радужки) / А.А. Дорофеева, Ю.В. Лоскутова, М.А. Негашева // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2012. – №2. – С. 111-122. – EDN OZKLLN.
2. Щуко А.Г. Редкие формы глаукомы / А.Г. Щуко, Т.Н. Юрьева, Д.В. Дмитриенко и др. – М.: "Офтальмология", 2021. – 224 с. – ISBN 978-5-6043062-4-6. – DOI:10.25276/978-5-6043062-4-6. – EDN QYACHX.
3. Alió J.L. Keratopigmentation to change the apparent color of the human eye: a novel indication for corneal tattooing / J.L. Alió, A.E. Rodríguez, M. El Bahrawy et al. // Cornea. – 2016. – Т. 35, №4. – P. 431-437. – DOI: 10.1097/ICO.0000000000000745.
4. Alio J.L. Keratopigmentation with 37icronized mineral pigments: complications and outcomes in a series of 234 eyes / J.L. Alio, O. Al-Shymali, M.A. Amesty et al. // British Journal of Ophthalmology. – 2018. – Vol. 102, №6. – P. 742-747. – DOI: 10.1136/bjophthalmol-2017-310591.
5. Arthur S.N. Uveitis-glaucoma-hyphema syndrome and corneal decompensation in association with cosmetic iris implants / S.N. Arthur, M.M. Wright, N. Kramarevsky et al. // American journal of ophthalmology. – 2009. – Vol. 148, №5. – P. 790-793. – DOI: 10.1016/j.ajo.2009.06.008.
6. Brancato D. Forensic DNA phenotyping: genes and genetic variants for Eye Color Prediction / D. Brancato, E. Coniglio, F. Bruno et al. // Genes. – 2023. – Vol. 14, №8. – P. 1604. – DOI: 10.3390/genes14081604.
7. Bressan P. Why humans evolved blue eyes / P. Bressan // Frontiers in Psychology. – 2025. – Vol. 16. – P. 1442500. – DOI: 10.3389/fpsyg.2025.1442500.

8. Coroneo M.T. Was Marilyn Monroe myopic and an early adopter of colored contact lenses? Review of the evidence and the early history of colored contact lenses / M.T. Coroneo, H.W. Roth, E. Maguen // *The Ocular Surface*. – 2023. – Vol. 28. – P. 310-321. – DOI: 10.1016/j.jtos.2021.05.010.
9. de Paula Yoneda P. Use of soft contact lens for esthetic and functional rehabilitation / P. de Paula Yoneda, S.A. Schellini, C.R. Padovani et al. // *Eye & Contact Lens*. – 2021. – Vol. 47, №7. – P. 383-387. – DOI: 10.1097/ICL.0000000000000809.
10. D`Oria F. Cosmetic keratopigmentation in sighted eyes: medium-and long-term clinical evaluation / F. D`Oria, J.L. Alio, A.E. Rodriguez et al. // *Cornea*. – 2021. – Vol. 40, №3. – P. 327-333. – DOI: 10.1097/ICO.0000000000002417.
11. Duffy D.L. A three-single-nucleotide polymorphism haplotype in intron 1 of OCA2 explains most human eye-color variation / D.L. Duffy, G.W. Montgomery, W. Chen et al. // *The American Journal of Human Genetics*. – 2007. – Vol. 80, №2. – P. 241-252. – DOI: 10.1086/510885.
12. Eiberg H. Blue eye color in humans may be caused by a perfectly associated founder mutation in a regulatory element located within the HERC2 gene inhibiting OCA2 expression / H. Eiberg, J. Troelsen, M. Nielsen et al. // *Human genetics*. – 2008. – Vol. 123, №2. – P. 177-187. – DOI: 10.1007/s00439-007-0460-x.
13. El Chehab H. Complications of cosmetic iris implants: French series of 87 eyes / H. El Chehab, D. Gatinel, C. Baudouin et al. // *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. – 2020. – T. 46, №1. – P. 34-39. – DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000032.
14. Forti I.R. Human commercial models' eye colour shows negative frequency-dependent selection / I.R. Forti, R.J. Young // *PloS One*. – 2016. – T. 11, №12. – P. e0168458. – DOI: 10.1371/journal.pone.0168458.
15. Fu Q. The genetic history of ice age Europe / Q. Fu, C. Posth, M. Hajdinjak et al. // *Nature*. – 2016. – Vol. 534, №7606. – P. 200-205. – DOI: 10.1038/nature17993.
16. Garcia-Pous M. Acute endothelial failure after cosmetic iris implants (NewIris®) / M. Garcia-Pous, P. Udaondo, S. Garcia-Delpech et al. // *Clinical Ophthalmology*. – 2011. – P. 721-723. – DOI: 10.2147/OPHTH.S18569.
17. Grimaldos Ruiz P. Photoablative cosmetic iridoplasty: effective, safe, and predictable—eye color change in 1176 eyes / Ruiz P. Grimaldos // *International Ophthalmology*. – 2021. – T. 41, №4. – C. 1381-1393. – DOI: 10.1007/s10792-021-01693-5.
18. Hasani H. Keratopigmentation: a comprehensive review / H. Hasani, A. Es'haghi, S. Rafatnia et al. // *Eye*. – 2020. – T. 34, №6. – P. 1039-1046. – DOI: 10.1038/s41433-019-0750-2.
19. Hoguet A. Serious ocular complications of cosmetic iris implants in 14 eyes / A. Hoguet, D. Ritterband, R. Koplín // *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. – 2012. – T. 38, №3. – P. 387-393. – DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.09.037.
20. Katsara M.A. True colors: A literature review on the spatial distribution of eye and hair pigmentation // M.A. Katsara, M. Nothnagel // *Forensic Science International: Genetics*. – 2019. – Vol. 39. – P. 109-118. – DOI: 10.1016/j.fsigen.2019.01.001.
21. Kayser M. Three genome-wide association studies and a linkage analysis identify HERC2 as a human iris color gene / M. Kayser, F. Liu, A.C. Janssens // *The American Journal of Human Genetics*. – 2008. – T. 82, №2. – P. 411-423. – DOI: 10.1016/j.ajhg.2007.10.003.
22. Kidd K.K. The distinctive geographic patterns of common pigmentation variants at the OCA2 gene / K.K. Kidd, A.J. Pakstis, Donnelly M.P. et al. // *Scientific reports*. – 2020. – Vol. 10, №1. – P. 15433. – DOI: 10.1038/s41598-020-72262-6.
23. Larsson M. GWAS findings for human iris patterns: associations with variants in genes that influence normal neuronal pattern development / M. Larsson, D.L. Duffy, G. Zhu et al. // *The American Journal of Human Genetics*. – 2011. – Vol. 89, №2. – P. 334-343. – DOI: 10.1016/j.ajhg.2011.07.011.
24. Lazaridis I. Ancient human genomes suggest three ancestral populations for present-day Europeans / I. Lazaridis, N. Patterson, A. Mittnik et al. // *Nature*. – 2014. – T. 513, №7518. – P. 409-413. – DOI: 10.1038/nature13673.
25. Liu J. Bilateral severe iatrogenic pigmentary glaucoma following laser treatment for cosmetic iris color change / J. Liu, S. Korban, M.R. Moster et al. // *American Journal of Ophthalmology Case Reports*. – 2023. – T. 32. – P. 101927. – DOI: 10.1016/j.ajoc.2023.101927.
26. Mamalis N. Cosmetic iris implants / N. Mamalis // *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. – 2012. – T. 38, № 3. – P. 383. – DOI: 10.1016/j.jcrs.2012.01.015.
27. Manga P. Mislocalization of melanosomal proteins in melanocytes from mice with oculocutaneous albinism type 2 / P. Manga, R.E. Boissy, S. Pifko-Hirst et al. // *Experimental eye research*. – 2001. – Vol. 72, №6. – P. 695-710. – DOI: 10.1006/exer.2001.1006.
28. Meyer O.S. Association between brown eye colour in rs12913832: GG individuals and SNPs in TYR, TYRP1, and SLC24A4 / O.S. Meyer, M.M.B. Lunn, S.L. Garcia et al. // *PloS One*. – 2020. – T. 15, №9. – P. e0239131. – DOI: 10.1371/journal.pone.0239131.
29. Mimouni F. Damage to the corneal endothelium from anterior chamber intraocular lenses in phakic myopic eyes / F. Mimouni, J. Colin, V. Koffi et al. // *Journal of Refractive Surgery*. – 1991. – Vol. 7, №4. – P. 277-281.
30. Ning B. A case of secondary pigment dispersion following laser to cosmetically lighten the Irises / B. Ning, S. Baboolal, C. Gizzi et al. // *Journal of Glaucoma*. – 2022. – Vol. 31, №2. – P. 133-135. – DOI: 10.1097/IJG.0000000000001790.
31. Ong A.Y. Refractory iatrogenic pigmentary glaucoma secondary to cosmetic laser treatment: A case report / A.Y. Ong, G. Ching-A-Sue, M. Krilis et al. // *European Journal of Ophthalmology*. – 2023. – Vol. 33, №2. – P. NP1-NP4. – DOI: 10.1177/11206721211050338.
32. Orlow S.J. The pink-eyed dilution locus controls the biogenesis of melanosomes and levels of melanosomal proteins in the eye / S.J. Orlow, M.H. Brilliant // *Experimental eye research*. – 1999. – Vol. 68, №2. – P.147-154. – DOI: 10.1006/exer.1998.0599.
33. Ozcelik F. Experience of applying cosmetic Etafilcon A contact lens in cases with microcornea / F. Ozcelik, C. Altan, A.K. Kabakci et al. // *Arquivos Brasileiros de Ophthalmologia*. – 2021. – Vol. 84. – P.462-466. – DOI: 10.5935/0004-2749.20210075.
34. Puri N. Aberrant pH of melanosomes in pink-eyed dilution (p) mutant melanocytes / N. Puri, J.M. Gardner, M.H. Brilliant // *Journal of investigative dermatology*. – 2000. – Vol. 115, №4. – P. 607-613. – DOI: 10.1046/j.1523-1747.2000.00108.x.

35. Rosemblat S. Identification of a melanosomal membrane protein encoded by the pink-eyed dilution (type II oculocutaneous albinism) gene / S. Rosemblat, D. Durham-Pierre, J.M. Gardner et al. // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 1994. – Vol. 91, №25. – P. 12071-12075. – DOI: 10.1073/pnas.91.25.12071.
36. Simcoe M. Genome-wide association study in almost 195,000 individuals identifies 50 previously unidentified genetic loci for eye color / Simcoe M, A. Valdes, F. Liu et al. // *Science advances*. – 2021. – T. 7. – №11. – P. eabd1239. – DOI: 10.1126/sciadv.abd1239.
37. Sturm R.A. A single SNP in an evolutionary conserved region within intron 86 of the *HERC2* gene determines human blue-brown eye color / R.A. Sturm, D.L. Duffy, Z.Z. Zhao et al. // *The American Journal of Human Genetics*. – 2008. – Vol. 82, №2. – P. 424-431. – DOI: 10.1016/j.ajhg.2007.11.005.
38. Sturm R.A. Eye colour: portals into pigmentation genes and ancestry / R.A. Sturm, T.N. Frudakis // *TRENDS in Genetics*. – 2004. – Vol. 20, №8. – P. 327-332. – DOI: 10.1016/j.tig.2004.06.010.
39. Sturm R.A. Genetics of human iris colour and patterns / R.A. Sturm, Larsson M. // *Pigment cell & melanoma research*. – 2009. – Vol. 22, №5. – P. 544-562. – DOI: 10.1111/j.1755-148X.2009.00606.x.
40. Sulem P. Genetic determinants of hair, eye and skin pigmentation in Europeans / P. Sulem, D.F. Gudbjartsson, S.N. Stacey et al. // *Nature genetics*. – 2007. – Vol. 39, №12. – P. 1443-1452. – DOI: 10.1038/ng.2007.13.
41. Thiagalingam S. Complications of cosmetic iris implants / S. Thiagalingam, P. Tarongoy, P. Hamrah et al. // *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. – 2008. – T. 34, №7. – P. 1222-1224. – DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.02.035.
42. Ulivi S. Genetics of eye colours in different rural populations on the Silk Road / S. Ulivi, M. Mezzavilla, P. Gasparini // *European Journal of Human Genetics*. – 2013. – T. 21, №11. – P. 1320-1323. – DOI: 10.1038/ejhg.2013.41.
43. Varna-Tigka K. Bilateral explantation of iris implants due to pigment dispersion syndrome (PDS) and corneal decompensation after cosmetic iris implantation (BrightOcular) / K. Varna-Tigka, F. Löffler, T. Kohnen // *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*. – 2020. – T. 117, №11. – P. 1116-1120. – DOI: 10.1007/s00347-020-01040-6.
44. Visser M. *HERC2* rs 12913832 modulates human pigmentation by attenuating chromatin-loop formation between a long-range enhancer and the *OCA2* promoter / M. Visser, M. Kayser, R.J. Palstra et al. // *Genome research*. – 2012. – Vol. 22, №3. – P. 446-455. – DOI: 10.1101/gr.128652.111.
45. Wakamatsu K. Characterization of melanin in human iridal and choroidal melanocytes from eyes with various colored irides / K. Wakamatsu, D.N. Hu, S.A. McCormick et al. // *Pigment cell & melanoma research*. – 2008. – T. 21. – №1. – P. 97-105. – DOI: 10.1111/j.1755-148X.2007.00415.x.
46. White D. Genotype-phenotype associations and human eye color. / D. White, M. Rabago-Smith // *Journal of human genetics*. – 2011. – T. 56, №1. – P. 5-7. – DOI: 10.1038/jhg.2010.126

Медведев И.Б. Анализ причин снижения эффективности анти-VEGF терапии при возрастной макулярной дегенерации / И.Б. Медведев, А.И. Медведева, Е.В. Самодурова и др. // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 40-45

УДК 617.735-007.23-053.9

АНАЛИЗ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИ-VEGF ТЕРАПИИ ПРИ ВОЗРАСТНОЙ МАКУЛЯРНОЙ ДЕГЕНЕРАЦИИ

МЕДВЕДЕВ И.Б.¹, МЕДВЕДЕВА А.И.^{1,2}, САМОДУРОВА Е.В.¹, АРСЮТОВ А.Д.¹, РОМАНЦОВ К.К.¹, МИШАНИН П.С.¹, МУСУКАЕВ А.А.¹, ДЕРГАЧЁВА Н.Н.¹, ЕГОРОВА Н.С.³
¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

² Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

* Сведения об авторах:

Медведев Игорь Борисович, e-mail: 7280033@mail.ru, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

SPIN-код: 5779-2406, ORCID: 0000-0002-8111-0919

Медведева Анна Игоревна, e-mail: smirnila1@yandex.ru, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы", 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

ORCID: 0009-0001-1151-3050

Самодурова Елизавета Владиславовна, e-mail: elizaveta.samod@yandex.ru, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

SPIN: 3106-3868, ORCID: 0000-0001-9145-7687

Арсютков Андрей Дмитриевич, e-mail: a_arsyutov@mail.ru, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

ORCID: 0009-0001-7543-6496

Романцов Константин Константинович, e-mail: ferizis@mail.ru, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

ORCID: 0009-0006-2363-1632

Мишанин Павел Сергеевич, e-mail: epasuf@yandex.ru, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

ORCID: 0009-0005-5854-7222

Мусукаев Азрет Алимович, e-mail: azret.musukaev@mail.ru, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1 ORCID: 0009-0003-7010-4470

Дергачёва Надежда Николаевна, e-mail: deb20052005@yandex.ru, к.м.н., доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии ИНОПР. 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, 1

SPIN: 4932-0400, ORCID: 0000-0003-3441-9072

Егорова Наталья Сергеевна, e-mail: natalia881010@gmail.com, к.м.н., врач-офтальмолог, лазерный хирург, общество с ограниченной ответственностью "Центр глазной хирургии", 119034, Российская Федерация, г. Москва, ул. Пречистенка, 40/2с1

ORCID: 0009-0005-8182-2528

³ Центр глазной хирургии, Москва, Россия

Аннотация

Неоваскулярная возрастная макулярная дегенерация (нВМД) – ведущая причина необратимой слепоты у людей старше 50 лет. Внедрение анти-VEGF-терапии стало прорывом, однако у значительной части пациентов наблюдается недостаточный ответ на лечение. В данной статье рассмотрены ключевые формы резистентности, критерии эффективности, генетические факторы, препараты анти-VEGF терапии, а также приведен клинический случай.

Ключевые слова: неоваскулярная возрастная макулярная дегенерация, анти-VEGF терапия, критерии эффективности, полиморфизм, альтернативные пути, генетические факторы, препараты анти-VEGF терапии

ANALYSIS OF THE REASONS FOR REDUCED EFFICACY OF ANTI-VEGF THERAPY IN AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION

MEDVEDEV I.B. ¹, MEDVEDEVA A.I. ^{1,2}, SAMODUROVA E.V. ¹, ARSYUTOV A.D. ¹, ROMANTSOV K.K. ¹, MISHANIN P.S. ¹, MUSUKAEV A.A. ¹, DERGACHEVA N.N. ¹, EGOROVA N.S. ³

¹ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

³ Eye care center, Moscow, Russia

Abstract

Neovascular age-related macular degeneration (nAMD) is the leading cause of irreversible blindness in people over the age of 50. The introduction of anti-VEGF therapy has been a breakthrough, but a significant number of patients do not respond adequately to treatment. This article discusses key forms of resistance, efficacy criteria, genetic factors, anti-VEGF therapy drugs, and provides a clinical case.

Keywords: neovascular age-related macular degeneration, anti-VEGF therapy, efficacy criteria, polymorphism, alternative pathways, genetic factors, anti-VEGF therapy drugs

Актуальность. Возрастная макулярная дегенерация (ВМД) является одной из основных причин потери зрения у пожилых людей, особенно в развитых странах. В частности, влажная форма ВМД характеризуется образованием новых аномальных кровеносных сосудов в сетчатке, что приводит к экссудации жидкости и кровоизлияниям. Терапия anti-VEGF (Anti-vascular endothelial growth factor – антагонисты сосудистого эндотелиального фактора роста) препаратами является стандартом лечения для данного заболевания, однако у определенного количества пациентов наблюдается недостаточная эффективность терапии.

Цель работы. Провести обзор литературы на предмет выявления причин низкой эффективности анти-VEGF терапии при нВМД и представить клинический случай на соответствующую тему.

Материалы и методы. В ходе исследования проводился анализ данных зарубежной и

отечественной литературы, источников доступных в сети интернет, открытых библиотечных фондов на тему анализа причин снижения эффективности анти-VEGF терапии при возрастной макулярной дегенерации. Проведен комплексный анализ причин снижения эффективности anti-VEGF терапии. В результате поиска литературы было проанализировано 45 статей.

Результаты исследования. Ключевым в механизме активации неоваскуляризации является эндотелиальный фактор роста сосудов (VEGF, от англ. vascular endothelial growth factor), в частности VEGF-A [11]. Установление ключевой роли VEGF-A в патогенезе нВМД послужило основанием для разработки класса таргетных препаратов. На сегодняшний день в мире зарегистрировано восемь препаратов для лечения нВМД, четыре из которых зарегистрированы в РФ и активно используются в клинической практике [1]. Тем не менее, прогресс в лечении сопровождается

вариабельностью индивидуального ответа, объединяющей концепцией недостаточного ответа на терапию.

По результатам анализа рассмотренной литературы было выявлено, что феномен постепенного ослабления терапевтического действия, несмотря на проводимое лечение, определяется как развитие резистентности к препарату [8]. Одной из форм снижения эффективности является тахифилаксия, характеризующаяся быстрым сокращением выраженности ответа на повторно вводимый фармакологический препарат [7]. В клинической практике наблюдаются и другие варианты неполного ответа на терапию, включая толерантность (снижение чувствительности, требующее увеличения дозировки для достижения прежнего клинического эффекта) [12], рефрактерность (первичное отсутствие ответа на лечение) [13], а также рецидивирующее течение заболевания, при котором активность патологического процесса возобновляется после достижения ремиссии [19]. Широко распространены случаи персистирующего течения заболевания, при котором его активность сохраняется на фоне регулярного проведения анти-VEGF терапии [16]. При этом следует учитывать, что в настоящее время в научном сообществе отсутствует универсальное и общепринятое определение понятия "недостаточный ответ" при проведении анти-VEGF лечения нВМД [5].

Одной из ключевых причин снижения эффективности терапии является узконаправленный механизм действия препаратов, селективно ингибирующих только VEGF-A. К таким препаратам относятся ранибизумаб и брлуцизумаб, которые, связывая изоформы VEGF-A, блокируют его взаимодействие с рецепторами [1]. Однако патологический ангиогенез опосредован не только VEGF-A. Согласно данным Shiqi Yang и соавт., активация альтернативных сигнальных путей способна компенсировать блокаду VEGF, поддерживая неоваскуляризацию и обуславливая развитие резистентности к монотерапии [20]. В частности, сигнальный каскад VEGF тесно взаимосвязан с проангиогенными путями, активируемыми плацентарным фактором роста (PIGF), что вносит существенный вклад в формирование резистентности. Показано, что изоформы PIGF-2 и PIGF-4 обладают способностью связываться с нейропилинами, выступающими

корцепторами VEGFR1. Кроме того, как установили M. Hallborn и коллеги, концентрация PIGF напрямую коррелирует с уровнем экспрессии галектина-1 в клетках пигментного эпителия сетчатки, который играет критическую роль в ангиогенезе, опосредуя лектин-зависимое связывание VEGFR2 [2, 10].

Учет значимости плацентарного фактора роста (PIGF) в формировании неполного ответа на лечение обуславливает перспективность применения препаратов с двойным механизмом действия. Примером такого подхода служит афлиберцепт – рекомбинантный белок, который одновременно ингибирует VEGF-A и PIGF, превосходя по аффинности их природные рецепторы [1]. Расширенный профиль фармакологической активности обеспечивает афлиберцепту преимущества в эффективности перед монотаргетными анти-VEGF препаратами.

Также известно, что ангиопоэтины, особенно Ang-1 и Ang-2, играют ключевую роль в регуляции сосудистой проницаемости и ангиогенеза, при этом Ang-2 способствует дестабилизации сосудов и воспалению, усиливая эффект VEGF. В лечении нВМД важно учитывать, что ингибирование путей Ang-2/Tie-2 может повысить эффективность анти-VEGF препаратов за счет снижения сосудистой проницаемости и воспаления [6, 3]. Перспективным направлением в реализации этого подхода является применение фарицимаба, зарегистрированного в РФ в 2023 году. Данный препарат воздействует на две ключевые точки ангиогенеза: VEGF-A и ангиопоэтин-2.

Наряду с сигнальными путями, опосредованными VEGF и ангиопоэтинами, в патогенезе нВМД задействованы и другие молекулярные факторы. Тромбоспондин – многофункциональный белок, который активно участвует в регуляции ангиогенеза и воспалительных процессов, особенно TSP1. Генетические вариации в структуре тромбоспондинов могут способствовать хроническому воспалению и устойчивости к лечению при нВМД [15].

Еще одним важным аспектом, определяющим вариабельность ответа на терапию, являются генетические особенности непосредственно VEGF-сигнального каскада. Согласно зарубежным данным, полиморфизмы в генах белков VEGF-пути могут быть причиной вариабельности ответа на анти-VEGF терапию.

Например, выявлена достоверная связь между однонуклеотидными полиморфизмами в таких генах, как KDR и отсутствием ответа на проводимую терапию [9]. KDR (англ. Kinase insert domain receptor, CD309) – ген человека, отвечающий за синтез рецепторной тирозинкиназы III типа, которая является рецептором для фактора роста VEGF [17]. Генетические варианты, такие как полиморфизмы в генах VEGF-A и VEGFR-2, могут влиять на уровень экспрессии VEGF и, следовательно, на эффективность лечения анти-VEGF препаратами у пациентов с нВМД [18]. Исследования показывают, что определённые полиморфизмы в путях VEGF не всегда связаны с ответом на терапию, что указывает на необходимость дальнейших исследований в данной области [4].

Существенная роль в патогенезе возрастной макулодистрофии (ВМД), а также в формировании пониженной чувствительности к анти-VEGF терапии отводится хроническому воспалению и активации системы комплемента. Индуцированный воспалением фиброз неоваскулярных структур формирует барьер, препятствующий резорбции, и вызывает необратимые структурные изменения стенок хориоидальной неоваскулярной мембраны (ХНВ). Данные изменения обуславливают развитие стойкой аномальной сосудистой проницаемости и персистирующей экссудации, которые в дальнейшем становятся рефрактерными к воздействию анти-VEGF препаратов [20].

Неправильное соблюдение режима лечения также является значительным фактором резистентности. Низкий уровень комплаентности со стороны пациентов может быть связан с недостаточной информированностью о важности регулярного приема препаратов, экономическими и другими проблемами [14].

Клинический случай: Пациентка Ф. 68 лет, обратилась 03.07.2023 г. в "Центр глазной хирургии" г. Москва с жалобами на снижение зрения, искажение прямых линий и контуров поверхностей правого глаза, в течение 3–4 недель. Было проведено стандартное офтальмологическое обследование с проведением оптической когерентной томографии (ОКТ) макулы.

В анамнезе – гипертоническая болезнь II стадии (целевой уровень АД достигнут на лекарственной терапии), хронический

полиартрит в стадии ремиссии. При обследовании максимально корригированная острота зрения (МКОЗ) правого глаза составила 0,40 н/к, МКОЗ левого глаза 1,0. По данным офтальмоскопии правого глаза в макулярной зоне было выявлено отсутствие макулярного рефлекса, отек макулярной зоны, симптом Салнос II стадии. По картине ОКТ правого глаза определяется деформация макулярного профиля, высокая аваскулярная отслойка пигментного эпителия неправильной формы (высотой до 760 нм), доходящая до сосудистых аркад, скопление субретиальной жидкости высотой до 400 нм. Во внутренних отделах множественные гиперрефлективные очажки (твердые экссудаты). В центральной зоне грубые атрофические изменения слоя фоторецепторов, комплекса пигментный эпителий + мембрана Бруха, умеренный диффузный отек. Толщина сетчатки в фовеа/парафовеа выше нормы (340/430 нм). Был выставлен диагноз "возрастная макулярная дегенерация (экссудативная форма) правого глаза" и назначено интравитреальное введение (ИВВ) препарата Афлиберцепт.

Были выполнены три загрузочные дозы препарата с интервалом месяц (09/07/2023, 08/08/2023, 10/09/2023). Для оценки эффективности лечения проводили сравнительный анализ данных визометрии, ОКТ до лечения и после ИВВ. На основании данных ОКТ проводили оценку активности заболевания, а именно определяли наличие отека, количества интра- и субретиальной жидкости.

Отмечалась стабилизация зрительных функций (МКОЗ OD 0,5н/к, субъективно уменьшение искажения изображения) и положительная динамика по ОКТ (резорбция интравитреальных кист, частичная резорбция СРЖ мкм, уменьшение высоты ОПЭС мкм). Было проведено еще 1 ИВВ (15/10/2023), при этом наблюдалась полная резорбция СРЖ. Стабильное состояние ОПЭС не ассоциировалось со снижением зрительных функций.

В связи с этим была инициирована терапия по принципу "Лечить и продлевать" (Treat-and-Extend), которая предусматривает индивидуальную корректировку интервалов между введениями препарата в зависимости от активности патологического процесса. После завершения нагрузочной фазы лечения интервалы между контрольными осмотрами и последующими инъекциями последовательно

увеличивались на 2 недели. С ноября 2023 года по ноябрь 2024 года пациентке выполнили 8 ИВВ афлиберцепта с постепенным увеличением интервала между инъекциями до 8 недель. В результате картина ОКТ и функциональные показатели оставались стабильными.

В январе 2025 года, через 6 недель после проведенной инъекции, пациентка внепланово обратилась к офтальмологу с жалобами на выраженное “искажение” изображения и ухудшение остроты зрения правого глаза. По данным диагностического обследования МКОЗ OD 0,3н/к с искажением, на ОКТ диффузный отек макулярной зоны, крупные кисты, ОНЭС, ОПЭС и СРЖ сохранялись. Принято решение о проведении ИВВ с сокращением межинъекционного интервала до 6 недель. Однако через 4 недели после ИВВ, на контрольном осмотре, по данным ОКТ сохранялся отек сетчатки, интратетинальные кисты, и отсутствовало повышение остроты зрения правого глаза, что расценено как снижение терапевтического эффекта Афлиберцепта и развитие резистентности. В целях повышения эффективности лечения была выбрана тактика смены анти-VEGF препарата. 16 февраля 2025 г. проведено первое ИВВ Фарицимаба, по результатам которого отмечали положительный морфологический ответ без увеличения остроты зрения (МКОЗ OD 0,3 н/к). На данный момент продолжается терапия данным анти-VEGF препаратом с постепенным увеличением интервала инъекций. К октябрю 2025 года удалось вернуть межинъекционный период 6 недель.

Представленный клинический случай наглядно иллюстрирует одну из ключевых проблем в лечении нВМД – снижение эффективности анти-VEGF терапии. Несмотря на достижение первоначальной стабилизации состояния при помощи афлиберцепта с

использованием режима “Лечить и продлевать”, в дальнейшем у пациентки отмечалось возобновление активности заболевания на фоне проводимой терапии.

Уменьшение терапевтического эффекта может быть обусловлено несколькими патогенетическими механизмами. Полиморбидный фон пациентки, включающий хронический полиартрит, предполагает наличие хронического системного воспаления и возможную активацию альтернативных путей ангиогенеза, независимых от VEGF. Успешное купирование экссудации после перехода на фарицимаб, биспецифическое антитело, ингибирующее не только VEGF-A, но и ангиопоэтин-2, подтверждает гипотезу о вовлечении дополнительных факторов роста в патогенез рефрактерности. Данный результат демонстрирует клиническую эффективность стратегии смены класса анти-VEGF препарата при развитии резистентности, что является важным практическим решением в ведении таких сложных случаев.

Таким образом, данный клинический пример подчеркивает необходимость тщательного мониторинга и своевременного изменения анти-VEGF терапии при нВМД, а также важность дальнейшего изучения молекулярных причин и механизмов снижения эффективности данной терапии для оптимизации подходов к лечению.

Выводы. Проблема низкой эффективности анти-VEGF терапии при нВМД является мультифакториальной. Её решение требует комплексного подхода, включающего не только разработку препаратов, нацеленных на множественные пути ангиогенеза и воспаления, но и внедрение персонализированных тактик, основанных на биомаркерах ответа, а также совершенствование систем организации помощи.

Список литературы

1. Будзинская М.В. Современные тенденции в анти-VEGF терапии возрастной макулодистрофии / М.В. Будзинская, А.А. Плехова, Л. Алхарки // *Российские Витреоретинальные Новости*. – 2023. – №3. – С. 46-50.
2. Новые данные о патогенетических механизмах развития возрастной макулярной дегенерации / А.Ж. Фурсова [и др.] // *Вестник офтальмологии*. – 2022. – №2. – С. 120-130.
3. *Angiopoietin-1 suppresses choroidal neovascularization and vascular leakage* / J. Lee [et al.] // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 2014. – Vol. 55, №4. – P. 2191-2199.
4. *Association of age-related macular degeneration with polymorphisms in vascular endothelial growth factor and its receptor* / A. Galan [et al.] // *Ophthalmol*. – 2010. – Vol. 117, №9. – P. 1769-1774.
5. *Brown C. Defining Non-Response to Anti-VEGF Therapy in Neovascular AMD: A Review* / C. Brown, M. Garcia // *Eye (Lond)*. – 2015. – Vol. 29, №6. – P. 721-731.
6. *Campochiaro P.A. Targeting Tie2 for Treatment of Diabetic Retinopathy and Diabetic Macular Edema* / P.A. Campochiaro, K.G. Peters // *Curr Diab Rep*. – 2016. – Vol. 16, №12. – P. 126.
7. *Davis A. Tachyphylaxis in Neovascular Age-Related Macular Degeneration* / A. Davis, S. Lee // *Exp Eye Res*. – 2012. – Vol. 87, №1. – P. 154-160.

8. Garcia L. Resistance to Anti-VEGF Therapy in Neovascular Age-Related Macular Degeneration / L. Garcia, P. Martinez // *British Journal of Ophthalmology*. – 2013. – Vol. 97, №1. – P. 1-23.
9. Genetic biomarkers in the VEGF pathway predicting response to anti-VEGF therapy in age-related macular degeneration / I. Balikova [et al.] // *BMJ Open Ophthalmol*. – 2019. – Vol. 4, №1. – P. 1-10.
10. Human retinal epithelium produces and responds to placenta growth factor / M. Hollborn [et al.] // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. – 2006. – Vol. 244, №6. – P. 732-741.
11. Jones B. Treatment Outcomes in Neovascular Age-Related Macular Degeneration / B. Jones, C. Miller // *Acta Ophthalmologica*. – 2016. – Vol. 94, №1. – P. 100-105.
12. Kim P. Tolerance to Anti-VEGF Agents in Neovascular AMD / P. Kim, T. Nguyen // *Retina*. – 2012. – Vol. 32, №6. – P. 1153-1184.
13. Nelson Q. Refractory Neovascular Age-Related Macular Degeneration / Q. Nelson, R. Brown // *American Journal of Ophthalmology*. – 2012. – Vol. 154, №3. – P. 436-472.
14. Negative impact of non-adherence to intravitreal injection therapy for neovascular age-related macular degeneration / M. Okada [et al.] // *Ophthalmology*. – 2021. – Vol. 128, №2. – P. 234-247.
15. Thrombospondin-1, BIM and CFH polymorphisms and response to anti-VEGF treatment in neovascular age-related macular degeneration patients / C.M. Sorenson [et al.] // *PLOS ONE*. – 2024. – Vol. 19, №2. – P. 3-9.
16. Turner S. Persisting Neovascular AMD / S. Turner, S. Adams // *JAMA Ophthalmology*. – 2015. – Vol. 35, №7. – P. 1181-1187.
17. Variants in VEGF pathway genes and age-related macular degeneration / C.Y. Chung [et al.] // *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. – 2013. – Vol. 54, №6. – P. 3856-3864.
18. Vascular endothelial growth factor pharmacogenetics: a new perspective for anti-angiogenic therapy / G. Pasqualetti [et al.] // *Pharmacogenomics*. – 2007. – Vol. 8, №1. – P. 49-66.
19. Wilson K. Recurrent Neovascular Age-Related Macular Degeneration / K. Wilson, J. Lee // *Korean J Ophthalmol*. – 2013. – Vol. 27, №6. – P. 425-432.
20. Yang S. Resistance to anti-VEGF therapy in neovascular age-related macular degeneration: a comprehensive review / S. Yang, J. Zhao, X. Sun // *Drug Des Devel Ther*. – 2016. – Vol. 10, №4. – P. 1857-1867.

Соболева Е.В. Толерантность к неопределенности как психологический фактор профессиональной эффективности хирургов / Е.В. Соболева, Э.Р. Салимова // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 46-49

УДК 159.9

ТОЛЕРАНТНОСТЬ К НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ КАК ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИРУРГОВ

СОБОЛЕВА Е.В., САЛИМОВА Э.Р.
СПбУТУЭ, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В условиях современной хирургии специалист регулярно сталкивается с ситуациями неопределенности, связанными с дефицитом времени, неполнотой диагностической информации и высоким уровнем профессиональной ответственности. В статье представлен обзор отечественных и зарубежных исследований, посвящённых толерантности к неопределенности как психологическому фактору профессиональной эффективности хирургов. Рассматриваются основные теоретические подходы к пониманию феномена толерантности к неопределенности, особенности её проявления в медицинской деятельности и влияние на принятие клинических решений, стрессоустойчивость и качество профессиональной деятельности хирургов. Обосновывается значимость развития толерантности к неопределенности в системе профессиональной подготовки и психологического сопровождения хирургических кадров.

Ключевые слова: толерантность к неопределенности, неопределенность, профессиональная эффективность, хирургическая деятельность, принятие решений, стрессоустойчивость

TOLERANCE OF UNCERTAINTY AS A PSYCHOLOGICAL FACTOR OF SURGEONS' PROFESSIONAL EFFECTIVENESS

SOBOLEVA E.V., SALIMOVA E.R.
SPbUTUE, St. Petersburg, Russia

Abstract

Modern surgical practice is characterized by a high level of uncertainty caused by time pressure, incomplete diagnostic data, and increased professional responsibility. This review analyzes Russian and international studies devoted to tolerance of uncertainty as a psychological factor influencing surgeons' professional effectiveness. The paper examines key theoretical approaches to the concept of tolerance of uncertainty, its specific manifestations in medical practice, and its impact on clinical decision-making, stress resistance, and performance quality. The significance of developing tolerance of uncertainty within professional training and psychological support programs for surgeons is substantiated.

Keywords: tolerance of uncertainty, uncertainty, professional effectiveness, surgical activity, decision-making, stress resistance

* Сведения об авторах:

Соболева Елена Владимировна, e-mail: bernar5@mail.ru, к.психол.н., частное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики", кафедра педагогики и психологии, 190020, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пр. Лермонтовский, 44а, а/я 85

SPIN-код: 7770-4300, ORCID: 0009-0006-2808-6864

Салимова Эвелина Радиковна, e-mail: cikibombonie@gmail.com, студент, частное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики", кафедра педагогики и психологии, 190020, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пр. Лермонтовский, 44а, а/я 85

ORCID: 0009-0006-1476-7968

Актуальность. Профессия хирурга изначально предполагает работу в условиях неопределенности. Даже при наличии современных методов диагностики невозможно полностью исключить вариативность клинической картины, риск осложнений или необходимость изменения тактики лечения в ходе вмешательства. Решения зачастую принимаются в ограниченные временные рамки и при высокой степени ответственности за жизнь и здоровье пациента. Подобная специфика деятельности делает особенно значимыми личностные качества специалиста, обеспечивающие его устойчивость и способность сохранять профессиональную эффективность в сложных ситуациях.

В последние годы внимание исследователей все чаще обращается к изучению психологических ресурсов врачей, позволяющих им адаптироваться к высоким нагрузкам и профессиональным рискам. Одним из таких ресурсов рассматривается толерантность к неопределенности – способность воспринимать неоднозначность и непредсказуемость ситуации не как дестабилизирующий фактор, а как естественную часть профессиональной реальности [1, 2]. При недостаточном уровне данного качества возрастает вероятность тревожности, эмоционального истощения и снижения качества клинических решений [3]. В то же время проблема влияния толерантности к неопределенности именно на профессиональную эффективность хирургов остается недостаточно освещенной в отечественных исследованиях, что определяет актуальность настоящей работы.

Цель работы. Провести теоретический анализ отечественных и зарубежных исследований, посвященных проблеме толерантности к неопределенности, и определить её значение как психологического фактора профессиональной эффективности хирургов.

Материалы и методы. В основу работы положен анализ научных публикаций, отражающих современные представления о толерантности к неопределенности и её роли в профессиональной деятельности врачей. Были рассмотрены исследования российских и зарубежных авторов, посвященные вопросам принятия решений в условиях риска, стрессоустойчивости и психологических ресурсов хирургов. В процессе работы

применялись методы теоретического анализа, сопоставления различных научных позиций и обобщения полученных данных.

Результаты исследования. В современной психологии толерантность к неопределенности рассматривается как одна из ключевых личностных характеристик, обеспечивающих адаптацию субъекта к сложным, изменчивым и слабо прогнозируемым условиям деятельности. Особую значимость данный феномен приобретает в профессиях повышенного риска и ответственности, к числу которых относится хирургическая деятельность.

Корнилова Т.В. определяет толерантность к неопределенности как интегральное свойство личности, отражающее готовность человека принимать неоднозначность, противоречивость и неполноту информации без выраженных деструктивных эмоциональных реакций. По мнению автора, высокий уровень толерантности к неопределенности связан с развитым интеллектуально-личностным потенциалом, гибкостью мышления и способностью к взвешенному принятию решений в условиях дефицита данных. В рамках медицинской деятельности это качество позволяет врачу избегать когнитивной ригидности и шаблонных решений, что особенно важно в нестандартных клинических ситуациях [1].

Леонтьев Д.А. рассматривает толерантность к неопределенности в контексте личностного потенциала и экзистенциальной устойчивости. Он подчеркивает, что неопределенность является естественным условием человеческого существования, а способность выдерживать ее без утраты смысловой регуляции деятельности выступает важным ресурсом профессиональной эффективности. В хирургической практике, где исход вмешательства не всегда может быть точно предсказан, толерантность к неопределенности способствует сохранению внутренней устойчивости, ответственности и ориентации на результат даже в условиях высокого риска [2].

В исследованиях Одинцовой М.А. толерантность к неопределенности рассматривается в тесной связи с жизнестойкостью и стрессоустойчивостью личности. Автор отмечает, что принятие неопределенности снижает уровень дезадаптивной тревожности и препятствует развитию эмоционального истощения. Для хирургов это имеет принципиальное значение, поскольку постоянное пребывание в ситуациях

неопределенности без сформированных психологических ресурсов может приводить к профессиональному выгоранию и снижению качества медицинской помощи [3].

Так, анализ работ ведущих российских исследователей позволяет рассматривать толерантность к неопределенности как важный психологический фактор, обеспечивающий профессиональную надежность, эффективность принятия решений и устойчивость хирургов к стрессовым воздействиям.

Особое значение толерантность к неопределенности приобретает в контексте клинического мышления хирурга, которое формируется на стыке научного знания, практического опыта и интуитивной оценки ситуации. В условиях, когда объективные данные могут быть противоречивыми или неполными, именно способность принимать неопределенность как рабочее условие деятельности позволяет врачу сохранять профессиональную субъектность и ответственность за принимаемые решения. Низкая толерантность к неопределенности, напротив, может приводить к чрезмерной опоре на формальные протоколы, избеганию сложных клинических случаев либо к импульсивным решениям, продиктованным тревогой. В этом смысле толерантность к неопределенности выступает не только как защитный психологический ресурс, но и как системообразующий компонент профессиональной эффективности хирурга, напрямую связанный с качеством медицинской помощи и безопасностью пациента. Включение данного конструкта в систему психологической подготовки медицинских специалистов представляется перспективным направлением повышения качества хирургической деятельности.

Хирургическая деятельность по своей сути протекает в условиях постоянной неопределенности к предстоящим событиям. Даже самые современные методы диагностики не всегда позволяют получить исчерпывающую картину состояния пациента, по этой причине врач может столкнуться с нетипичным течением заболевания, внезапными различными осложнениями во время операции или необходимостью как можно скорее менять тактику лечения. Дополнительную сложность создаёт фактор времени: решения нередко принимаются в ситуации дефицита ресурсов и невозможности длительного анализа.

Неопределенность сопровождает также хирурга на всех этапах профессиональной деятельности – от постановки диагноза и выбора метода вмешательства до оценки интраоперационных рисков и прогноза исхода лечения. В таких условиях способность сохранять внутреннюю устойчивость и профессиональную собранность во многом определяется уровнем толерантности к неопределенности.

Исследования показывают, что врачи с высокой толерантностью к неопределенности принимают решения наиболее взвешенно и гибко. Они способны работать с противоречивой информацией, привычно не поддаваясь избыточной тревоге, и сохраняют уверенность в собственных действиях даже в сложных клинических ситуациях. Это напрямую связано с более высоким уровнем стрессоустойчивости и профессиональной надежности, когда в противоположность этому низкая толерантность к неопределенности может проявляться в стремлении избегать сложных случаев, чрезмерной опоре на жесткие схемы и протоколы либо, наоборот, в импульсивности решений, продиктованных тревогой. Со временем это повышает риск эмоционального истощения и профессионального выгорания, что, безусловно, неизбежным образом отражается на качестве медицинской помощи и безопасности пациентов.

Выводы. Толерантность к неопределенности можно рассматривать как важный психологический ресурс хирургов. Она поддерживает стабильность профессиональной деятельности в нестандартных и экстремальных условиях, способствует адаптации к сложной клинической реальности и снижает вероятность дезадаптивных реакций на происходящее. Несмотря на очевидную значимость данного качества, в системе медицинского образования и последипломной подготовки этому уделяется недостаточно внимания. В таком случае корректным было бы включение в программы подготовки и повышения квалификации хирургов специальных психологических модулей, направленных на развитие способности конструктивно работать с неопределенностью. Это может стать не только фактором повышения профессиональной эффективности, но и важной мерой профилактики эмоционального выгорания.

В целом толерантность к неопределенности выступает существенным психологическим

основанием профессиональной устойчивости хирургов. Ее развитие связано с формированием адаптивного клинического мышления, сохранением качества деятельности в условиях

риска и высокой ответственности, а также с укреплением психологического благополучия специалистов хирургического профиля.

Список литературы

1. Корнилова Т.В. Психология неопределенности: единство интеллектуально-личностного потенциала человека / Т.В. Корнилова. – М.: Смысл, 2016. – 352 с.
2. Леонтьев Д.А. Личностный потенциал: структура и диагностика / Д.А. Леонтьев. – М.: Смысл, 2011. – 680 с.
3. Одинцова М.А. Психология жизнестойкости / М.А. Одинцова. – 2-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2015. – 292 с.

Чурюмов А.А. Современные подходы к хирургическому лечению острого нарушения мезентериального кровообращения / А.А. Чурюмов, Е.В. Литвина, Д.Ш. Тасуев // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2025. – Т. 6, №3 (16). – С. 50-58

УДК 616.33:34-005.4

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МЕЗЕНТЕРИАЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

ЧУРЮМОВ А.А., ЛИТВИНА Е.В., ТАСУЕВ Д.Ш.

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

Аннотация

Внедрение современных методик лечения острого нарушения мезентериального кровообращения позволило снизить уровень смертности при возникновении данного состояния, хотя по данным статистики летальность колеблется от 60% до 90%.

Цель: изучить современные представления об остром нарушении мезентериального кровоснабжения и методах хирургического лечения инфаркта кишечника.

Материалы и методы. Изучены доступные отечественные и иностранные источники научной литературы, представленные в базах данных eLibrary, PubMed, Web of Science, Scopus и др., посвященные инструментальной диагностике ОНМезК, послеоперационным осложнениям и современным методам хирургического лечения. Подбор источников осуществлялся по ключевым словам: "острое нарушение мезентериального кровообращения", "тромбоз брыжеечных артерий", "хирургическое лечение", "мезентериальная ишемия", "инфаркт кишечника" за последние 10 лет.

Результаты: С развитием такого направления, как эндоваскулярная хирургия, лечение заболеваний, связанных с нарушением кровообращения, свелось к минимально инвазивным манипуляциям: регионарный и локальный тромболизис, реолитическая или аспирационная тромб-/эмболэктомия, баллонная ангиопластика со стентированием, а также анте- и ретроградная реконструкция со стентированием. Которые в свою очередь показывают высокую эффективность. Внедрение методики релапаротомии по принципу "контроля повреждений" позволило наблюдать за заживлением кишечных анастомозов и распространением ишемии кишечника в реальном времени. Заключение: Современные методы хирургического лечения ОНМезК предполагают комплексный подход, включающий эндоваскулярные технологии, гибридные операции, открытую реваскуляризацию и методики релапаротомии. При том, что летальность от ОНМезК остаётся на высоком уровне, современные методы хирургического лечения позволяют постепенно снижать данный показатель.

Ключевые слова: острое нарушение мезентериального кровообращения, хирургическое лечение, эндоваскулярная хирургия, ишемия, релапаротомия

* Сведения об авторах:

Чурюмов Александр Алексеевич, e-mail: vita.medicus12@gmail.com, студент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, 1

SPIN-код: 1608-0798, ORCID: 0009-0008-7525-4773

Литвина Екатерина Владимировна, e-mail: katu1967@yandex.ru, к.м.н., доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, 1

SPIN-код: 9034-7795, ORCID: 0000-0001-8631-2678, scopus: 58059729300

Тасуев Дэни Шамсудинович, e-mail: dentasu@mail.ru, студент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, 1

ORCID: 0009-0006-8100-5058

MODERN APPROACHES TO SURGICAL TREATMENT OF ACUTE MESENTERIC CIRCULATION DISORDERS

CHURYUMOV A.A., LITVINA E.V., TASUEV D.S.
Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract

The introduction of modern methods for the treatment of acute mesenteric circulation disorders has reduced the mortality rate when this condition occurs, although according to statistics, the mortality rate ranges from 60% to 90%.

Objective: to study modern concepts of acute mesenteric blood supply disorders and methods of surgical treatment of intestinal infarction.

Materials and methods. The available domestic and foreign sources of scientific literature, presented in the databases eLibrary, PubMed, Web of Science, Scopus, etc., devoted to the instrumental diagnosis of ONMezK, postoperative complications and modern methods of surgical treatment, have been studied. The sources were selected according to the keywords: "acute mesenteric circulatory disorder", "mesenteric artery thrombosis", "surgical treatment", "mesenteric ischemia", "intestinal infarction" over the past 10 years.

Results: With the development of endovascular surgery, the treatment of circulatory disorders has been reduced to minimally invasive procedures: regional and local thrombolysis, rheolytic or aspiration thrombus/embolectomy, balloon angioplasty with stenting, as well as ante- and retrograde reconstruction with stenting. Which in turn show high efficiency. The introduction of a relaparotomy technique based on the principle of "damage control" made it possible to monitor the healing of intestinal anastomoses and the spread of intestinal ischemia in real time.

Conclusion: Modern methods of surgical treatment of ONMezK involve an integrated approach, including endovascular technologies, hybrid operations, open revascularization and relaparotomy techniques. Despite the fact that the mortality rate from ONMezK remains at a high level, modern methods of surgical treatment make it possible to gradually reduce this indicator.

Keywords: acute mesenteric circulatory disorder, surgical treatment, endovascular surgery, ischemia, relaparotomy

Актуальность. Острое нарушение мезентериального кровообращения (ОНМезК) представляет собой патологическое состояние, характеризующееся внезапным полным либо частичным прекращением кровотока в области брыжеечных артерий и вен. Последствия данного процесса способны проявляться в широком спектре, начиная от обратимых изменений и заканчивая необратимыми повреждениями, которые зависят от множества предрасполагающих факторов [17, 34]. Несмотря на внедрение современных подходов к диагностике и терапии, ОНМезК остаётся серьёзной клинической проблемой с высоким уровнем смертности, которые колеблется от 60% до 90% в зависимости от тяжести заболевания [6].

По литературным данным возрастной диапазон пациентов с ОНМезК также варьируется, однако чаще всего заболевание встречается у людей пожилого и старческого возраста (>65 лет). Несмотря на то, что

патология считается редкой, её распространённость в данной возрастной категории растёт экспоненциально, что делает её наиболее частой причиной проявления симптомов "острого живота" [12, 17]. Это связано в первую очередь с тем, что у таких больных регистрируется множество сопутствующих заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца, мультифокальный атеросклероз и т. д. [6]. Исключением из этого правила являются случаи тромбозов мезентериальных вен, диагностируемых преимущественно у молодых пациентов (35-55 лет), при этом летальность остаётся на том же высоком уровне, что и в группе возрастных пациентов, варьируясь от 60 до 80% [7].

Ранние послеоперационные осложнения встречаются очень часто. Так, присоединение бактериальной пневмонии регистрируется в 23-57%, кардиальные осложнения (острый инфаркт миокарда, нарушение ритма сердца) – в 15% случаев [12, 17, 34]. Некроз тонкого кишечника

(или нарушение его целостности), вне зависимости от этиологии, всегда сопряжен с развитием перитонита, поэтому по-прежнему актуален поиск средств и способов повышения надежности кишечного шва и герметизации анастомоза. Таким образом, лечение пациентов с ОНМК является актуальной проблемой в экстренной хирургии и требует дальнейшего поиска методов диагностики и лечения [7, 34].

Цель работы. Изучить современные представления об остром нарушении мезентериального кровоснабжения и методах хирургического лечения инфаркта кишечника.

Материалы и методы. Изучены доступные отечественные и иностранные источники научной литературы, представленные в базах данных eLibrary, PubMed, Web of Science, Scopus и др., посвященные инструментальной диагностике ОНМезК, послеоперационным осложнениям и современным методам хирургического лечения. Подбор источников осуществлялся по ключевым словам: "острое нарушение мезентериального кровообращения", "тромбоз брыжеечных артерий", "хирургическое лечение", "мезентериальная ишемия", "инфаркт кишечника" за последние 10 лет.

Результаты исследования.

Этиопатогенез

Существует множество классификаций ОНМезК, основанных на этиологии, патогенезе и клинике, однако на практике используется разделение на четыре основные клинические формы: артериальная эмболия, артериальный тромбоз, венозный тромбоз и неокклюзионная форма мезентериальной ишемии [3, 10].

Исходя из клинической статистики артериальная этиология ОНМезК преобладает над венозной в несколько раз. Самой частой причиной возникновения ишемии кишечника признана эмболия, исходящая из камер сердца или аорты, с дальнейшим тромбозом мезентериальных артерий [28]. По литературным данным закупорка эмболом чаще всего затрагивает верхнюю брыжеечную артерию (ВБА), что объясняется её анатомическими особенностями, включая малый угол отхождения и относительно большой диаметр сосуда [8, 28]. Для эмболии мезентериальных сосудов характерно поражение более дистальных отделов ВБА, а также сопутствующая эмболия в различных органах, таких как селезёнка, печень, почки и даже головной мозг. В противоположность

эмболии, тромбоз поражает проксимальные отделы брыжеечных артерий, локализуясь у их отхождения, что ведёт к более обширному поражению кишечника, но с менее стремительным развитием процесса [3, 17].

Стоит отметить, что острый мезентериальный венозный тромбоз считается самой редкой формой ОНМезК. В основе патогенеза, как отмечается в литературе, лежит одна из составляющих триады Вирхова: гиперкоагуляция, замедление кровотока или повреждение эндотелия [15]. Особого внимания заслуживает выявление данной формы у молодых трудоспособных пациентов, среди которых выделяется группа женщин с определёнными факторами риска – курением и длительным применением оральных контрацептивов.

Неокклюзионная мезентериальная ишемия (НОМИ) остается своего рода загадкой в рамках ОНМезК. Она часто выявляется у критически больных, особенно в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) [35]. В своей сути НОМИ представляет собой третичное проявление результатом гипоперфузии, вызванной вторичной вазоконстрикцией мезентериальных артерий, спровоцированной разнообразными первичными факторами: сердечной недостаточностью, гиповолемией, снижением сердечного выброса, септическим шоком, массивными хирургическими вмешательствами, гемодиализом, приемом вазоконстрикторов и даже ранним энтеральным питанием в послеоперационном периоде [26]. В патогенезе ОНМезК большое значение имеет способность капиллярной сети подслизистого слоя кишечной стенки перераспределять кровотоки от слизистой к мышечному и серозному слоям при нарушении кровообращения, так называемый адаптивный механизм противотока, свидетельствующий о последовательном развитии ишемического процесса от внутренних слоёв к наружным [15, 26, 35].

Согласно современным научным представлениям о патогенезе в условиях острого дефицита кислорода из-за нарушенного кровоснабжения и работы компенсаторных механизмов клетки подвергаются множеству патологических изменений, но при своевременном восстановлении кровотока ишемизированные клетки способны регенерировать, проходя через стадию клеточной дисфункции (обратимых изменений).

При этом продолжительное нарушение кровообращения вызывает необратимые повреждения, проявляющиеся в повреждении эндотелия и массивном выделении активных форм кислорода, что способствует развитию локальной воспалительной реакции. Чем дольше длится состояние ишемии, тем выше риск развития смертельно опасного реперфузионного синдрома во время попыток устранения закупорки или спазма сосудов [35].

При этом иммунная система вместо защиты начинает провоцировать местное воспаление, которое быстро переходит в системное воспаление и полиорганную недостаточность [21]. Параллельно с проблемой ишемия-реперфузия условно-патогенная микрофлора кишечника обретает свойства патогенных микроорганизмов, проникая в слизистый слой и выделяя эндо- и экзотоксины в кишечный просвет, с последующим распространением последних по лимфатическим и гематогенным путям, вызывая бактериальную транслокацию [30]. На ранних фазах развивается застой и отёчность стенки кишечника, по мере нарастания ишемии ткань становится рыхлой, истончается, порой достигая толщины "пергаментной бумаги" вследствие разрушения мышечного слоя и утраты тонуса. Это указывает на необратимый трансмуральный некроз, ведущий к перфорации кишечника и развитию перитонита [26, 30, 35].

Клиническая картина и диагностика

Основой постановки правильного диагноза служит тщательный сбор анамнеза с выявлением сопутствующих заболеваний и факторов риска. Клинические проявления этого заболевания неспецифичны и вызывают большие трудности при постановке диагноза. Ранние стадии ОНМезК сопровождаются мигрирующими, "мозаичными" болями по всему животу без чёткой локализации, что объясняется спазматическими сокращениями мышечного слоя тонкой кишки в условиях ишемии [30]. Среди типичных симптомов выделяют болевые ощущения в животе, которые не соответствуют данным физикального обследования; рвоту, иногда с примесью крови или в виде "кофейной гущи"; диарею, напоминающую "малиновое желе" [9, 22].

При прогрессировании состояния перечисленные симптомы постепенно угасают: боли сменяются латентным периодом, а вместо диареи появляются симптомы вздутия живота и запора, свидетельствующие о необратимой

ишемии [22]. Период "мнимого благополучия" связан непосредственно с развитием трансмурального некроза, когда спастические движения сменяются атонией [30].

Лабораторная диагностика в случае ОНМезК довольно неинформативна, так как отсутствуют специфические биомаркеры, способные с уверенностью подтвердить или исключить диагноз [4]. Применяемые лабораторные показатели представляют собой лишь условные ориентиры: сдвиги лейкоцитарной формулы, количество лейкоцитов, С-реактивный белок, трансаминазы, амилаза, лактат и его изомеры, D-димер, прокальцитонин – все они имеют только вспомогательный характер, указывая на наличие воспаления. В последнее время отмечается появление новых биомаркеров с потенциально высокой специфичностью, среди них: кишечный белок, связывающий жирные кислоты (I-FABP), цитоскелетный белок виллин-1 (VIL-1), маркер гладкомышечных клеток Smooth Muscle 22 (SM22). Предполагается, что именно эти показатели станут основными в ранней и точной диагностике ОНМезК [25].

Самыми распространёнными и доступными методами инструментального обследования остаются рентгенография и ультразвуковое исследование (УЗИ), однако они обладают низкой специфичностью при обнаружении ОНМезК, что осложняет постановку точного диагноза. Согласно научно-статистическим источникам ангиография, считавшаяся ранее "золотым" стандартом для диагностики ОНМезК, потеряла свое преимущество из-за инвазивного характера, продолжительности процедуры и ограниченной доступности в большинстве медицинских учреждений [4]. На данный момент безоговорочным лидером среди инструментальных методов диагностики по чувствительности и специфичности является КТ-ангиография (КТА) в трехфазном режиме, способная не только визуализировать кровотоки в сосудах, но и дать некоторую оценку тяжести патологического состояния кишечника и сопряженных органов [14, 20].

Однако нельзя полагаться исключительно на результаты КТА, особенно в вопросах масштаба поражения целого кишечника [16]. В перспективе предполагается, что МР-ангиография может стать эталоном в диагностике ОНМезК благодаря отсутствию ионизирующего излучения, минимизации риска аллергических реакций и отсутствию

нефротоксичности, но сейчас этот метод ограниченно распространен из-за недостаточного пространственного разрешения и длительности процедуры [16, 28]. В последние годы одним из перспективных направлений диагностики ОНМезК становится диагностическая лапароскопия, которая оказывается полезной при многоэтапном ведении пациентов с ОНМезК через 12-24-48 часов после проведенной реканализации сосуда и при резекции некротизированных участков кишечника с возможным наложением анастомоза или без него. Возрастает популярность так называемой "прикроватной лапароскопии", методики, позволяющей избежать транспортировки критических пациентов и выполнять процедуру непосредственно в отделении интенсивной терапии [25].

Хирургическое лечение

Определение тактики терапии пациентов с ОНМезК зависит от совокупности различных факторов. Если в прошлом лечение инфарктов кишечника считалось практически безнадежным и малоэффективным, сейчас можно наблюдать слабую, но положительную тенденцию. С развитием абдоминальной и эндоваскулярной хирургии трансформировались взгляды и подходы к хирургической терапии ОНМезК, тем не менее, два основных принципа успешного лечения остаются неизменными: максимально быстрая реваскуляризация и удаление некротизированных сегментов кишечника [32].

При этом тактика должна основываться на индивидуальных особенностях каждого конкретного клинического случая. Современные методы зачастую характеризуются минимальной инвазивностью и направлены на максимальное сохранение целостности и функционала органа, но далеко не вся новая или современная методика является оптимальной и для каждого конкретного случая [19]. Алгоритм ведения таких пациентов должен быть широчайшим и охватывать все аспекты, с обязательным мультидисциплинарным подходом. Необходимо учитывать все возможные клинические формы ОНМезК, предусматривать варианты отклонения от заданных протоколов с альтернативными решениями на любой возможный сценарий вплоть до конкретного исхода. Выбор хирургического метода при окклюзии мезентериальных артерий напрямую

обусловлен длительностью патологического процесса, чем дольше продолжается ишемия, тем сложнее лечение и тем выше риск осложнений, несовместимых с жизнью [13, 19].

Согласно исследованию, проведенное Jagielski et al., период обратимой ишемии условно ограничен первыми 6-12 часами от начала симптомов. Острая ишемия брыжейки кишечника была диагностирована у 41 пациента (27 женщин и 14 мужчин; средний возраст – 65,4 года). Всем пациентам была проведена лапаротомия. 13 (31,71%) пациентам операция была проведена в течение первых 24 часов после появления клинических симптомов. 7 (17,07%) пациентам была проведена эмболэктомия брыжеечной артерии без резекции кишечника. Частичная резекция кишечника из-за некроза была проведена 21 (51,22%) пациенту. Диагностическая лапаротомия без терапевтических процедур была проведена 13 (31,71%) пациентам. Пятнадцать (36,59%) пациентов были выписаны домой в удовлетворительном состоянии. Двадцать шесть (63,41%) пациентов скончались. У всех умерших пациентов время от появления клинических симптомов до вмешательства превышало 24 часа. Хирургическое вмешательство в течение первых 24 часов снизило смертность, связанную с острой брыжеечной ишемией ($P = 0,001$). В этот период зачастую достаточно одной лишь реваскуляризации без дополнительных вмешательств [24, 25].

При продолжительности болезни свыше 24 часов задача усложняется, включая реваскуляризацию и лапаротомию для оценки жизнеспособности кишечника с последующей, если требуется, резекцией некротического участка. А промежуток между 12 и 24 часами – это своеобразная дилемма, когда показана реваскуляризация, но вопрос о лапаротомии остаётся спорным [24, 25].

В последнее время возрос интерес к эндоваскулярным методам, отличающимся меньшей травматичностью, что подтверждается исследованиями, демонстрирующими сокращение кровопотери, уменьшение необходимости лапаротомии, снижение объема резекции кишечника, уменьшение сроков пребывания в стационаре и низкую смертность [1, 14]. Среди эндоваскулярных методов выделяют регионарный и локальный тромболитический, реолитический или аспирационный тромб-/эмболэктомию,

баллонную ангиопластику со стентированием, а также ante- и ретроградную реконструкцию со стентированием. Описанные процедуры осуществляются через бедренный или плечевой артериальные доступы, которые иногда комбинируются [1].

В ретроспективном исследовании Liu et al., указывается, что пяти из шести пациентов с ОНМезК был проведён комбинированный артериовенозный тромболизис, а одному пациенту – артериальный тромболизис. Всем пациентам потребовалась операция по устранению повреждений, а четырём из них – временное закрытие брюшной полости. Все пациенты выжили, и у них не было рецидивов. Транскатетерная тромбэктомия/тромболизис и операция по устранению повреждений могут помочь избежать обширной резекции кишечника, предотвратить синдром короткой кишки и снизить смертность среди пациентов в критическом состоянии с острым тромбозом брыжеечных вен, связанным с некрозом кишечника [33].

В другом исследовании Кубанов и др. описывают клинический случай пациента с ОНМезК, фибрилляцией предсердий и гипертоническим кризом, с повышением АД до 230/170 мм.рт.ст. [11, 29]. После выполнения ангиографии был выставлено заключение о тромботической окклюзии ВБА в проксимальном отделе. Через установленный в ВБА проводниковый катетер в несколько этапов была выполнена транслюминальная тромбэктомия, с извлечением тромботических масс, с последующей баллонной ангиопластикой баллонным катетером Sterling 4,0X20 мм. с последующей имплантацией стента Kaname 4,0X24 мм в зону резидуального стеноза ВБА. Также было произведено стентирование в связи с развившейся эмболией в одну из крупных ветвей дистального русла верхней брыжеечной артерии стентом. Через 1 час после выполненного вмешательства больному была произведена диагностическая лапароскопия – признаков ишемии и некроза кишечника не было выявлено. Спустя 1 месяц пациент вернулся на консультацию, жалобы отсутствовали [11].

При невозможности проведения эндоваскулярных вмешательств возникает необходимость в проведении открытой реканализации сосудов, что приводит к развитию большего количества осложнений [27]. Противопоказания для подобных

вмешательств включают некроз и перфорацию кишечника, сепсис, перитонит [32]. Вместе с тем, некоторые утверждают, что перитонит не всегда противопоказание, поскольку не всегда свидетельствует о необратимости кишечной ишемии [24]. Одним из крайне опасных осложнений эндоваскулярных операций является дистальная эмболизация. В сущности, эндоваскулярные методы направлены исключительно на восстановление кровотока и поэтому лучшим выбором служат для пациентов с относительной стабильностью без признаков ишемии или с обратимыми ишемическими изменениями кишечника. Главным минусом таких манипуляций является невозможность оценки жизнеспособности кишечника, что делает крайне важным правильный отбор пациентов для эндоваскулярных процедур [11, 27, 32].

При тромбоэмболии мезентериальных артерий и признаках уже выраженной ишемии кишечника возможны следующие хирургические стратегии: стандартное эндоваскулярное вмешательство с последующей лапаротомией и резекцией, гибридные операции, а также открытая реваскуляризация с резекцией по показаниям. Гибридные операции подразумевают одновременное проведение эндоваскулярной реваскуляризации и лапаротомии в условиях современных гибридных операционных [4]. Реваскуляризация здесь осуществляется методом ретроградного открытого мезентериального стентирования (РОМС) [18]. Преимущество гибридных операций заключается в возможности проведения одновременно открытой операции и открытой реканализации сосудов без прерывания операции и дополнительной траты времени при неудаче устранения причины окклюзии с помощью РОМС [33]. Гибридная операция считается предпочтительной при тромботической окклюзии и в сложных клинических случаях, когда стандартные методы не справляются. Тем не менее, ретроспективные исследования в определенных группах не выявили статистических преимуществ РОМС над мезентериальным шунтированием, кроме более короткой длительности операции при РОМС [14, 32].

К сожалению, отсутствие гибридных операционных во многих хирургических стационарах ограничивает применение этой методики, по причине чего чаще всего принимают открытые методы

реваскуляризации, включающие эмболэктомию, тромбартерэктомию, а также артериальное мезентериальное шунтирование. При применении открытых методик отмечается более высокая вероятность сохранения проходимости сосудов на 1 и 2 год, например, при мезентериальном шунтировании в сравнении с эндоваскулярными методами [28], особенно с учётом стентирования. Ключевым достоинством открытых методов является возможность прямого контроля жизнеспособности кишечника [14, 27].

В сравнении с методом РОМС, шунтирование обладает преимуществами перед чрескожными техниками благодаря работе на полностью перекрытом сосуде, что исключает угрозу дистальной эмболизации частицами нарушенного тромба или атеросклеротической бляшки. Однако у шунтирования есть и свои минусы: необходимость и сложность выделения мезентериальных артерий, технические трудности выполнения процедуры, невозможность проведения при сильной кальцификации сосудов, продолжительность операции и значительная кровопотеря во время её проведения [23].

Подходы к реваскуляризации при остром мезентериальном венозном тромбозе и НОМИ кардинально отличаются от вышеупомянутых методов. Тромбоз мезентериальных вен преимущественно лечится консервативно, с использованием антикоагулянтной, антиагрегантной и системной тромболитической терапии [5]. Если подобные меры оказываются неэффективными, показаны чрескожные вмешательства, включающие селективный или региональный тромболизис, чрескожный чреспеченочный или трансаремный катетерный тромболизис, а также сочетания этих методов с тромбаспирацией. Главным недостатком катетерного тромболизиса является необходимость длительного курса лечения и применения высоких доз тромболитиков, вместе с наличием множества противопоказаний [14].

Вторым этапом лечения при большинстве случаев является резекция кишечника. В реальной практике не всегда удается достичь физиологической радикальности в связи с распространенным инфарктом кишечника, что часто приводит к развитию так называемого "синдрома короткой кишки". Анализируя результаты различных исследований, можно отметить, что при ОНМезК с признаками

ишемии или некроза кишечника и сопровождающим перитонитом большинство специалистов поддерживают многоэтапный подход с применением плановой релапаротомии по принципу "контроля повреждений" [8, 30]. Этот метод оправдан высоким риском несостоятельности первично наложенного межкишечного анастомоза вследствие загрязнения брюшной полости и воспалительных изменений в стенке кишки. Следование концепции "контроля повреждений" предполагает максимально сокращенную продолжительность первой операции и выполнение лишь жизненно необходимых манипуляций: реваскуляризации и удаления некротизированного участка кишечника [2].

Среди описанных методов временного закрытия концов резецированного кишечника выделяют: полное наглухо закрытие приводящего и отводящего участков, формирование стомы из дистального конца приводящей кишки с закрытием отводящей кишки наглухо, а также У-образный межкишечный анастомоз с выведением дистального участка приводящей кишки наружу в виде стомы. Существенным требованием при резекции служит сохранение брыжейки по онкологическим принципам, а не её удаление [31]. На сегодняшний день вопросы временного закрытия лапаротомной раны, призванные снизить травматизацию пациента и предотвратить развитие абдоминального компартмент-синдрома, остаются нерешёнными, поскольку нет единого оптимального метода. В разных исследованиях применяются различные варианты, включая закрытие протезной сеткой, применение вакуум-ассистированных повязок, провизорных швов. Критической проблемой при резекции оказывается определение объема вмешательства, так как точную зону некроза установить сложно и часто определяется субъективно оперирующим хирургом [2].

Выводы. Современные методы хирургического лечения ОНМезК предполагают комплексный подход, включающий эндоваскулярные технологии, такие как регионарный и локальный тромболизис, реолитическая или аспирационная тромб-/эмболэктомия, баллонная ангиопластика со стентированием, а также анте- и ретроградная реконструкция со стентированием, показывающие значительную эффективность

при применении в первые 12 часов. При невозможности проведения эндоваскулярных вмешательств возникает необходимость в проведении открытой реканализации сосудов, что приводит к возникновению таких осложнений, как дистальная тромбоэмболия. Отдельным методом являются гибридные операции, позволяющие совмещать эндоваскулярные методики и открытополостные операции, но, к сожалению, данная практика ограничена за счет слабого

оснащения большинства операционных. Внедрение методики релапаротомии по принципу "контроля повреждений" позволило наблюдать за заживлением кишечных анастомозов и распространением ишемии кишечника в реальном времени. При том, что летальность от ОНМезК остаётся на высоком уровне, современные методы хирургического лечения позволяют постепенно снижать данный показатель.

Список литературы

1. Гафарова А.Р. Острая мезентериальная ишемия: этиология и современные методы ранней диагностики / А.Р. Гафарова, Ш.В. Тимурбулатов // *Медицинский вестник Башкортостана*. – 2022. – №17 (1). – С. 58-65.
2. Гибридная тактика в лечении острого нарушения мезентериального кровообращения / А.А. Атаян [и др.] // *Русский Медицинский Журнал*. – 2019. – №8 (II). – С. 83-88.
3. Диагностика и лечение венозного мезентериального тромбоза / А.И. Панасюк [и др.] // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. – 2016. – №175, №4. – С. 82-83.
4. Лактоацидоз как вероятный предиктор неблагоприятных исходов у больных с острыми нарушениями мезентериального кровообращения / А. Б. Курилов [и др.] // *Джанелидзе-ские чтения – 2023: сборник научных трудов научно-практической конференции*. – СПб.: Государственное бюджетное учреждение "Санкт-Петербургский науч. ин-т скорой помощи им. И.И. Джанелидзе", 2023. – С. 97-100.
5. Острая мезентериальная ишемия – инкурабельная ситуация? Современное состояние проблемы / А.А. Панкратов [и др.] // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. – 2020. – №12. – С. 105-110.
6. Отдельнов Л.А. Тромбоз мезентериальных вен / Л.А. Отдельнов, В.П. Веселова // *Медицинский альманах*. – 2025. – №2 (83). – С. 137-146. – EDN BVJUIL.
7. Резниченко А.М. Острое нарушение мезентериального кровообращения: нерешенные проблемы в диагностике и лечении / А.М. Резниченко, В.Ю. Михайличенко, А.Г. Бутырский // *Таврический медико-биологический вестник*. – 2022. – №25 (2). – С. 198-204.
8. Савельев В.С. Руководство по неотложной хирургии органов брюшной полости / В.С. Савельев. – Медицинское информационное агентство, 2014. – 239 с.
9. Случай успешного эндоваскулярного лечения острого тромбоза верхней брыжеечной артерии / А.В. Кубанов [и др.] // *Дальневосточный медицинский журнал*. – 2013. – №2. – С. 95-97.
10. Современные возможности и перспективы организации неотложной ангиохирургической помощи больным с острой мезентериальной ишемией / В.В. Дарвин [и др.] // *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. – 2019. – №14 (2). – С. 89-93.
11. Хирургическая тактика при остром нарушении мезентериального кровообращения и его последствиях / Ж.Н. Исабаева [и др.] // *Актуальные проблемы медицины*. – 2023. – №46, №3. – С. 295-306.
12. Эндоваскулярная хирургия острого артериального нарушения мезентериального кровообращения: подходы к лечению / А.И. Хриун [и др.] // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. – 2020. – №3. – С. 61-66.
13. Эндоваскулярные методики в лечении острой ишемии кишечника (обзор литературы) / Г.А. Агасян [и др.] // *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. – 2020. – №179 (4). – С. 102-108.
14. A decade's experience with retrograde open mesenteric stenting for acute mesenteric ischemia / S.G. Habib [et al.] // *J Vasc Surg*. – 2024. – №80 (3). – P. 831-837.
15. Acute mesenteric ischemia: updated guidelines of the World Society of Emergency Surgery / M. Bala [et al.] // *World journal of emergency surgery*. – 2022. – №17 (1). – P. 54.
16. Bukhari H.A. Early Surgical Intervention Improves Survival in Acute Intestinal Ischemia in the Intensive Care Unit / H.A. Bukhari, A. Kumar // *BioMed research international*. – 2021.
17. Clair D.G. Mesenteric Ischemia / D.G. Clair, J.M. Beach // *N Engl J Med*. – 2016. – №374. – P. 959-68.
18. Clinical Manifestations of Micronutrient Deficiencies in Short Bowel Syndrome: A Case Report / D.N. Rodriguez [et al.] // *Cureus*. – 2023. – №15 (4). – P. e37897.
19. Contemporary Management of Acute Mesenteric Ischemia in the Endovascular Era / S. Lim [et al.] // *Vascular and Endovascular Surgery*. – 2019. – №53 (1). – P. 42-50.
20. Editor's Choice – Management of the Diseases of Mesenteric Arteries and Veins: Clinical Practice Guidelines of the European Society of Vascular Surgery (ESVS) / M. Björck [et al.] // *European journal of vascular and endovascular surgery*. – 2017. – №53 (4). – P. 460-510.
21. Eltzschig H.K. Ischemia and reperfusion – from mechanism to translation / H.K. Eltzschig, T. Eckle // *Nature medicine*. – 2011. – №17 (11). – P. 1391-1401.
22. Evolution in the Presentation, Treatment, and Outcomes of Patients with Acute Mesenteric Ischemia / E.L. Chou [и др.] // *Annals of vascular surgery*. – 2021. – №74. – P. 53-62.
23. Gupta S. Ischemic Gut in Critically Ill (Mesenteric Ischemia and Nonocclusive Mesenteric Ischemia) / S. Gupta, D.S. Tomar // *Indian journal of critical care medicine*. – 2020. – №24 (4). – P. 157-161.

24. Jagielski M. Challenges Encountered during the Treatment of Acute Mesenteric Ischemia / M. Jagielski, J. Piątkowski, M. Jackowski // *Gastroenterol Res Pract.* – 2020. – P. 5316849.
25. Kärkkäinen, J.M. Acute Mesenteric Ischemia: A Challenge for the Acute Care Surgeon / J.M. Kärkkäinen // *Scandinavian journal of surgery.* – 2021. – №110 (2). – C. 150-158.
26. Mazzei M.A. Acute mesenteric ischemia: guidelines of the World Society of Emergency Surgery: a brief radiological commentary / M.A. Mazzei // *World J Emerg Surg.* – 2018. – №13:34.
27. Midterm Clinical Outcomes of Retrograde Open Mesenteric Stenting for Mesenteric Ischemia / N.C. Cirillo-Penn [et al.] // *Ann Vasc Surg.* – 2023. – №89. – P. 20-27.
28. Multidisciplinary management of acute mesenteric ischemia: Surgery and endovascular intervention / T. Sakamoto [et. al.] // *World journal of gastrointestinal surgery.* – 2021. – №13 (8). – P. 806-813.
29. Outcome Comparison of Endovascular and Open Surgery for the Treatment of Acute Superior Mesenteric Artery Embolism: A Retrospective Study / W. Li [et al.] // *Frontiers in surgery.* – 2022. – №9.
30. Still time to perform intestinal revascularization in patients with acute mesenteric ischemia with peritonitis: An analysis of bowel viability in resections / K. Hayashi [et al.] // *SAGE open medicine.* – 2020. – №8.
31. The implementation of a pathway and care bundle for the management of acute occlusive arterial mesenteric ischemia reduced mortality / M. Tolonen [et al.] // *The journal of trauma and acute care surgery.* – 2021. – №91 (3). – P. 480-488.
32. The Ongoing Challenge of Acute Mesenteric Ischemia / B. Luther [et al.] // *Visceral medicine.* – 2018. – №34 (3). – P. 217-223.
33. Transcatheter thrombolysis combined with damage control surgery for treatment of acute mesenteric venous thrombosis associated with bowel necrosis: a retrospective study / K. Liu [et. al] // *World J Emerg Surg.* – 2015. – №10. – C. 50.
34. Yu H. An Update on Acute Mesenteric Ischemia / H. Yu, I D C Kirkpatrick // *Can Assoc Radiol J.* – 2023. – №74 (1). – P. 160-171.

Условия публикации материалов в журнале Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии

1. Для издания принимаются только ранее не опубликованные авторские материалы – научные (практические) статьи и обзоры (обзорные статьи), соответствующие тематике журнала. Материалы подлежат обязательному рецензированию в установленном порядке по параметрам актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости, стилистики и соответствия требованиям к оформлению. Редакция не несет ответственности за содержание авторских материалов. Рукописи авторам не возвращаются.

2. Основные требования к содержанию авторских материалов

Научная (научно-практическая) статья. Во вводной части должны быть обоснованы актуальность и целесообразность разработки темы (научной проблемы или задачи). В основной части статьи путем анализа и синтеза информации необходимо раскрыть исследуемые проблемы, пути их решения, обоснование возможных результатов, их достоверность. В заключительной части – подвести итог, сформулировать выводы, рекомендации, указать возможные направления дальнейших исследований.

К публикации принимаются научные статьи по следующим направлениям:

1. Хирургия
2. Клиническая анатомия
3. Оперативная хирургия.
4. Преподавание хирургических дисциплин

2.1. Оформление авторских материалов

В редакцию следует направлять авторские материалы, включающие следующие элементы: заглавие, сведения об авторах, аннотацию, ключевые слова, код классификатора УДК, список литературы.

2.1.1. Заглавие должно быть кратким и отражать суть тематического содержания материала. После заглавия необходимо указать сведения об авторах, составителях и других лицах, которые участвовали в работе над рукописью.

2.1.2. Сведения об авторах указываются после заглавия и включают следующие элементы: фамилия и инициалы автора, место работы, учебы (наименование учреждения или организации, населенного пункта, наименование страны). Имя автора приводится в именительном падеже. В коллективных работах имена авторов приводятся в принятой ими последовательности.

2.1.3. Аннотацию оформляют согласно ГОСТ 7.9-95, ГОСТ Р 7.04, ГОСТ 7.5 объемом от 200 до 500 печатных знаков. Ее помещают после сведений об авторах рукописи.

Аннотация на английском языке к русскоязычным материалам должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
- оригинальной (не быть калькой русскоязычной аннотации);
- содержательной (отражать основное содержание и результаты исследований);
- структурированной (следовать логике описания результатов);
- написанной грамотным английским языком;
- компактной (укладываться в объем от 200 до 500 слов).

Лучшим вариантом аннотации является краткое повторение в ней структуры, включающей введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение.

2.1.4. Ключевые слова выбирают из текста материала и помещают отдельной строкой после аннотации перед текстом публикуемой рукописи. Ключевые слова (не менее 5 и не более 10) приводятся в именительном падеже.

2.1.5. Сведения, указанные в подп. 2.1.1-2.1.4, необходимо предоставить на английском языке и разместить подп. 2.1.1-2.1.4.

2.1.6. Библиографический список должен быть представлен библиографическими ссылками в тексте (ГОСТ 7.05-2008) и библиографическими списками в конце материала (раздел Список литературы), ссылки в виде [1] или [2, 3]. При этом автор отвечает за достоверность сведений, точность цитирования и ссылок на официальные документы и другие источники. Не включаются в список анонимные публикации, статьи в газетах, нормативные акты (если необходимо, то ссылки на них следует указывать в самом тексте статьи), учебники и т.п.

Нежелательно использовать в списке литературы электронные ресурсы

2.1.7. Оригинальность текста должна быть не менее 80%, а все заимствования легитимны (проверьте себя на плагиат).

2.1.8. Дополнительно авторы предоставляют сведения об авторах после п. 2.1.5., которые включают следующие элементы: фамилия, имя и отчество автора, e-mail, полное официальное наименование места работы (учебы), структурное подразделение, наименование страны, населенного пункта, улицы, номера дома (организации).

SPIN-код, ORCID-код, scopus-код

2.2. Требования к оформлению

Объем авторского оригинала должен быть от 5 стр. формата А4, напечатанных через 1 интервал шрифтом Times New Roman размером (кеглем) – 12. Основной текст, без абзацных отступов.

Таблицы должны быть выполнены табличными ячейками Word. Выравнивание текста и цифр внутри ячеек необходимо выполнять только стандартными способами, без использования пробелов, абзацев или дополнительных пустых строк. Не следует использовать выделение цветом.

Для построения графиков и диаграмм следует воспользоваться MS Excel (файл обязательно должен содержать исходные численные данные, связанные с рисунком). Все рисунки должны быть расположены в тексте, без дополнительного обтекания текстом. Рисунки и схемы, выполненные в Word, должны быть сгруппированы внутри единого объекта. Запрещается использовать отсканированные графические материалы.

Таблицы и рисунки встраиваются в текст, расположение их на листе должно оставаться книжным. При этом таблицы должны иметь заголовки, размещаемый над табличным полем, а рисунки – подрисуночные подписи.

При использовании нескольких таблиц или рисунков их нумерация обязательна. Рисунки должны быть сгруппированы. Формулы должны быть набраны в редакторе MS Equation.

Образец оформления – приложение 1.

3. Представление материалов в редакцию

3.1. Редакция принимает к рассмотрению материалы только в электронном виде на адрес электронной почты vestnikohita@gmail.com. Файлы должны быть названы по фамилии первого автора в формате *.doc (Иванов ст.doc, Иванов договор.doc). В теме письма должна быть пометка с фамилией и инициалами автора.

3.2. Все материалы, направляемые авторами для публикации в журнале, рецензируются согласно положению о рецензировании.

3.3. Вместе с авторским оригиналом, подготовленным в соответствии с требованиями п. 2.1, автор должен представить подписанные скан-копии сопроводительные письма (на каждого автора в одном документе) – приложение 2 и договор-оферта – приложение 3.

4. Прочие условия

Передача материалов в редакцию является согласием с настоящими условиями публикации. Материалы, направленные в редакцию без выполнения требований настоящих условий, не рассматриваются. В переписку с авторами отклоненных материалов редакция не вступает.

Журнал издается только в электронном виде. Доступ ко всем номерам журнала бесплатный для всех, в т.ч. и для авторов как на сайте журнала, так и в научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

Материалы публикуются по решению редколлегии в порядке общей очереди и на безвозмездной основе. Опубликование в конкретном выпуске не гарантируется. Плата за публикацию не взимается, авторский гонорар не выплачивается.