

МЕТОД ВЫПОЛНЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ АБДОМИНОПЛАСТИКИ ПОД КОНТРОЛЕМ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Шоно А.А., Ваганов А.Г., Асланов А.Д.

*ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова»,
Нальчик, e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com*

Разработка новых технических приемов абдоминопластики, снижающих количество осложнений, является актуальной задачей современной хирургии. Цель – оценка эффективности метода классической абдоминопластики под контролем люминесцентной спектроскопии. В проспективном, прямом, нерандомизированном исследовании приняли участие 50 пациентов, оперированных в объеме классической абдоминопластики, находившихся на стационарном лечении с 2020 по 2025 г. в хирургическом отделении № 2 Республиканской клинической больницы г. Нальчика. Все участники исследования были разделены на две группы. Первую группу, основную ($n = 21$) составили пациенты, которым выполнялась классическая абдоминопластика под контролем интраоперационной люминесцентной спектроскопии, во второй группе, контрольной ($n = 29$) данная методика не применялась. Зона пересечения лоскута устанавливалась на границе люминесценции $0,95 \pm 0,15 \times 10^5$ на частоте 410 нм. Срок наблюдения составил 3 месяца. Для статистической обработки данных при сравнении групп исследования было использовано программное обеспечение SPSS Statistics 17.0. На перевязке на 5-е сутки исследования у 7 (24,1 %) лихорадящих пациентов в контрольной и у 4 (19,0 %) в основной группе отмечено нагноение послеоперационной раны. Заживление кожной раны вторичным натяжением у пациентов с гнойными осложнениями в группе контроля в среднем происходило $57,5 \pm 2,8$ суток, в основной группе наблюдалось к 14-м суткам. Объем лимфорей на 3-и сутки в основной группе составил $214,8 \pm 15,8$ мл, а в группе контроля – $389,4 \pm 21,4$ мл; при $p = 0,025$). У 5 пациентов из группы контроля (83,3 %), у которых ранний послеоперационный период протекал без осложнений, нагноение послеоперационной раны и повторная госпитализация были связаны с некрозом кожно-жирового лоскута. Выполнение классической абдоминопластики с интраоперационной люминесцентной спектроскопией позволяет снизить количество гнойных осложнений и лимфорей в раннем послеоперационном периоде.

Ключевые слова: абдоминопластика, кожно-жировой лоскут, ожирение, птоз передней брюшной стенки, люминесцентная спектроскопия, серома послеоперационного рубца, гнойная рана.

METHOD OF PERFORMING CLASSICAL ABDOMINOPLASTY UNDER THE CONTROL OF LUMINESCENT SPECTROSCOPY

Shono A.A., Vaganov A.G., Asanov A.D.

Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

The development of new techniques of abdominoplasty that reduce the number of complications is an urgent task of modern surgery. Objective: to evaluate the effectiveness of classical abdominoplasty under the control of luminescent spectroscopy. A prospective, direct, non-randomized study involved 50 patients who underwent classical abdominoplasty and were hospitalized from 2020 to 2025 at Surgical Department No. 2 of the Republican Clinical Hospital in Nalchik. All the study participants were divided into 2 groups. The first group, the main one ($n = 21$), consisted of patients who underwent classical abdominoplasty under the control of intraoperative luminescence spectroscopy; in the second group, the control group ($n = 29$), this technique was not used. The flap intersection zone was set at the luminescence boundary of $0.95 \pm 0.15 \times 10^5$ at a frequency of 410 nm. The follow-up period was 3 months. The SPSS Statistics 17.0 software was used for statistical data processing when comparing study groups. On the 5th day of the study, 7 (24.1 %) feverish patients in the control group and 4 (19.0 %) in the main group had postoperative wound suppuration. The healing of a skin wound by secondary tension in patients with purulent complications in the control group occurred on average 57.5 ± 2.8 days, in the main group it was observed by the 14th day. The volume of lymphorrhea on day 3 in the main group was 214.8 ± 15.8 ml, and in the control group – 389.4 ± 21.4 ml; at $p = 0.025$). In 5 patients from the control group (83.3 %), in whom the early postoperative period was uneventful, suppuration of the postoperative wound and repeated hospitalization were associated with necrosis of the skin-fat flap. Performing classical abdominoplasty with intraoperative luminescence spectroscopy reduces the number of purulent complications and lymphorrhea in the early postoperative period.

Keywords: abdominoplasty, skin-fat flap, obesity, ptosis of the anterior abdominal wall, luminescent spectroscopy, postoperative scar seroma, purulent wound.

Введение

Хирургическая коррекция передней брюшной стенки имеет не только лечебное, но и важное эстетическое значение [1, 2]. К ежегодному увеличению количества выполняемой абдоминопластики приводят последствия беременностей и родов, массивная потеря веса, прием ряда медикаментов, старческий возраст, адинамия, предыдущие хирургические операции [3, 4].

Усилия врачей в последние годы направлены на получение оптимальных эстетических результатов при минимальной доле осложнений. Местные осложнения, как правило, связаны с широкой мобилизацией кожно-жирового лоскута, что обуславливает высокую вероятность его некроза и нагноения в послеоперационном периоде [5].

Наряду с ишемической природой данных осложнений по причине избыточной кожной мобилизации, высокой степени натяжения тканей, важную роль играет также наличие метаболических расстройств, вследствие нарушения углеводного и липидного обменов [6]. Частота осложнений хирургической коррекции передней брюшной стенки достигает 30,8 % и имеет прямую зависимость от степени ожирения [7].

Однако в настоящее время отсутствуют объективные критерии, позволяющие определить объем мобилизации кожно-жирового лоскута. Ключевую роль в решении данной задачи является оценка степени жизнеспособности кожи и подкожной клетчатки, которая может быть осуществлена с помощью люминесцентной спектроскопии [8].

Представленный метод диагностики основан на принципах аутолюминесценции – свечения, возникающего в результате биохимических реакций, сопровождающих процессы клеточной деструкции [9]. Суть метода заключается в детекции и анализе излучения, испускаемого специальными веществами – люминофорами, которые образуются в процессе клеточного повреждения [10].

В данном исследовании для регистрации и анализа люминесценции использовался метод лазерно-индуцированной ультрафиолетовой фотолюминесцентной спектроскопии, с применением прибора, представляющего собой источник лазерного излучения – эксимерный лазер (XeCl), высокочувствительный детектор люминесцентного сигнала, а также современную систему обработки и регистрации данных [11].

Интенсивность регистрируемого свечения или люминесценции непосредственно коррелирует со степенью ишемического повреждения клеток [12, 13]. Чем сильнее ишемия, тем интенсивнее свечение.

Цель исследования – оценка эффективности метода классической абдоминопластики под контролем люминесцентной спектроскопии.

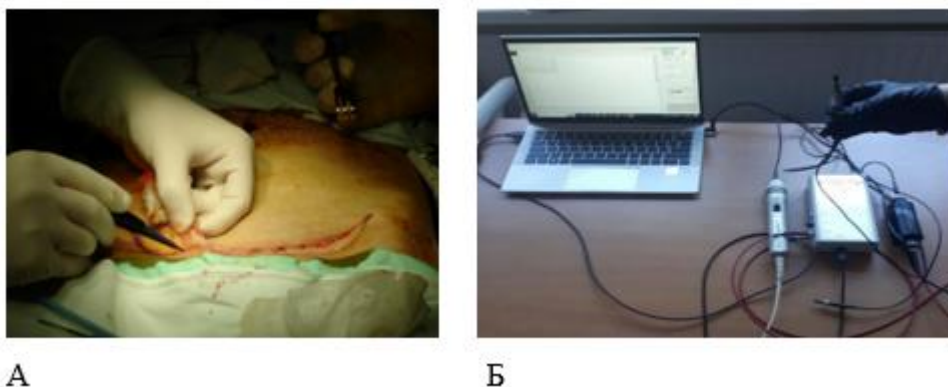
Материалы и методы исследования

Всего в клиническом исследовании приняли участие 50 пациентов, оперированных в плановом порядке с 2020 по 2025 г., в хирургическом отделении № 2 Республиканской клинической больницы г. Нальчика. В проспективном, прямом, нерандомизированном исследовании участвовал 21 пациент. Пациентам выполнялась классическая абдоминопластика под контролем интраоперационной люминесцентной спектроскопии. Данные пациенты составили основную группу исследования. Вторая часть исследования заключалась в ретроспективном анализе результатов уже выполненной классической абдоминопластики традиционным способом, у пациентов, сопоставимых с представителями основной группы исследования по возрасту, полу, тяжести сопутствующей патологии, а также объему оперативного лечения. Данные пациенты составили вторую (контрольную) группу исследования ($n = 29$).

Средний возраст пациентов составил $51,9 \pm 4,6$ лет. Мужчин было 10 (20 %), женщин – 40 (80 %). Срок наблюдения за пациентами составлял 3 месяца. Все пациенты в предоперационном периоде проходили стандартный перечень предоперационного обследования. Процедура измерения аутолюминесценции проводилась непосредственно во время операции. Специальный зонд – сдвоенное кварцевое волокно длиной 1 м с активным диаметром рабочей части 450 мкм, помещенное в стерильный рукав, позволяло регистрировать свечение в изучаемой зоне. Зонд располагался на расстоянии 1–2 см от поверхности кожного покрова передней брюшной стенки. Для индукции аутолюминесценции применялось импульсное излучение эксимерного лазера XeCl с длиной волны 308 нм в течение 3 мин. Дозировка лазерного излучения строго соответствовала действующим санитарным нормам, обеспечивая безопасность пациента.

Регистрация спектра люминесценции осуществлялась в диапазоне 350–780 нм с шагом 10 нм в течение 10 с. Это позволяет получить детальную информацию о спектральном составе излучения, что является ключевым для диагностики. Определение глубины диссекции проводилось интраоперационно с помощью иглы, соединенной с зондом. Игла послойно вводилась в подкожную клетчатку, позволяя точно установить границу пересечения кожно-жирового лоскута. По данным литературы выяснено, что появление участков некроза в гистологическом материале наблюдалось при интенсивности свечения люминесценции, не превышающем $0,95 \pm 0,15 \times 10^5$ фотон на частоте 410 нм [14]. Этот показатель был взят за ориентир при определении демаркационной линии между жизнеспособной тканью и некротической, по нему устанавливалась линия пересечения лоскута (рис. 1).

В случае наличия жировых депозитов в проблемных зонах, при выполнении оперативного лечения в основной группе, дополнительно выполнялась липосакция.



*Рис. 1. Интраоперационная люминесцентная спектроскопия
(А – измерение люминесценции выкраиваемого кожно-жирового лоскута,
Б – общий вид установки для люминесцентной спектроскопии).*

Источник: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Регистрация люминесценции проводилась после подписания пациентами письменного добровольного информированного согласия на диагностическое исследование в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (2004). Работа одобрена локальным этическим комитетом Кабардино-Балкарского университета им Х.М. Бербекова № 2 от 30.01.2020.

В послеоперационном периоде фиксировалось количество гнойных осложнений, площадь гнойных ран определялась с применением плантиметрического метода [15]. Для проведения измерений на раневую поверхность накладывали стерильную полиэтиленовую пленку и прослеживали через нее контур раны. Затем полученное изображение раны накладывали на миллиметровый лист бумаги и вычисляли миллиметры, заключенные в границах контура. Кроме того, определялось количество отделяемого по дренажам, а также учитывались сроки их удаления.

Для статистической обработки данных при сравнении групп исследования было использовано программное обеспечение SPSS Statistics 17.0. Результаты исследования были разнесены по шкале среднеарифметических значений (mean) $\pm$ стандартное отклонение (SD). Различия средних значений (p) в основных показателях послеоперационного периода оценивали с применением парного t -критерия Стьюдента, который считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

При оценке раннего послеоперационного периода необходимо отметить, что технический успех операции наблюдался во всех изучаемых случаях в обеих группах исследования. Интраоперационных осложнений отмечено не было.

Площадь мобилизованного кожно-жирового лоскута в основной группе, сформированная под контролем люминесцентной спектроскопии, была статистически значимо меньше, чем в группе контроля. Перед иссечением избыточной кожи она составила в основной группе $456,6 \pm 12,8 \text{ см}^2$, а в группе контроля – $617,6 \pm 13,8 \text{ см}^2$; при $p = 0,001$.

Повышения лейкоцитов и СРБ до 5 суток в основной группе не отмечалось. На 5-е сутки у 7 (24,1 %) пациентов из группы контроля и у 5 (23,8 %) пациентов из основной группы отмечено развитие гипертермии, которая коррелировала с гиперлейкоцитозом и повышением уровня С-реактивного белка (СРБ). Остальные пациенты (22 из контрольной группы и 16 из основной группы) были выписаны из стационара в среднем через $4,33 \pm 1,1$ день в удовлетворительном состоянии, без осложнений.

Уровень лейкоцитоза с 5-х суток у лихорадящих пациентов в основной группе был достоверно ниже, чем в группе контроля (5-е сутки исследования: основная группа – $14,5 \pm 1,8 \times 10^9/\text{л}$, контрольная – $18,8 \pm 1,4 \times 10^9/\text{л}$; при $p = 0,043$). Аналогичные данные получены при сопоставлении С-реактивного белка на 5-е сутки исследования (основная – $223,4 \pm 5,8 \text{ ЕД/л}$, контроль – $365,8 \pm 11,7 \text{ ЕД/л}$; при $p = 0,015$). Динамика данных показателей в дальнейшем сохраняет статистически значимую разницу (табл. 1).

Таблица 1

Динамика изменения маркеров воспалительной реакции в группах исследования

Показатель		6 сутки	8 сутки	10 сутки	12 сутки	14 сутки
Лейкоциты крови, г/л	Основная	$13,2 \pm 1,2$	$11,8 \pm 1,9$	$12,2 \pm 1,5$	$9,8 \pm 1,9$	$7,6 \pm 1,4$
	Контроль	$19,2 \pm 1,1^*$	$18,3 \pm 1,2^*$	$20,1 \pm 3,5^*$	$17,1 \pm 1,8^*$	$15,8 \pm 3,3^*$
СРБ, Е/л	Основная	$244,2 \pm 8,8$	$213,4 \pm 10,7$	$189,2 \pm 6,1$	$109,2 \pm 5,4$	$87,2 \pm 5,7$
	Контроль	$369,4 \pm 7,8^*$	$333,4 \pm 5,7^*$	$290,5 \pm 8,8^*$	$296,4 \pm 7,4^*$	$190,4 \pm 5,8^*$

Источник: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

На перевязке на 5-е сутки наблюдения у 7 (24,1 %) лихорадящих пациентов в контрольной группе и у 4 (19,0 %) в основной отмечено нагноение послеоперационной раны. У оставшегося пациента в основной группе с лихорадкой в первые 5 суток исследования, гнойных осложнений не отмечалось. Гипертермия у него была связана с реакцией на сетчатый имплант. На фоне проведения антибактериальной терапии (цефтриаксон (натриевая соль) 1,0 внутримышечно 1 раз в сутки) к 7-м суткам лихорадка купирована. У остальных пациентов гнойных осложнений в процессе госпитализации в группах исследования не отмечалось.

У 6 (20,7 %) пациентов контрольной группы нагноение раны сопровождалось краевым некрозом лоскута. В основной группе таких осложнений отмечено не было.

Средняя площадь гнойной раны у 4 (19,0 %) респондентов основной и у 6 (20,7 %) респондентов контрольной групп на 5-е сутки исследования была сопоставима и составила по данным планиметрического исследования в основной группе $17,2 \pm 1,1 \text{ см}^2$, в контрольной – $18,7 \pm 1,5 \text{ см}^2$, при $p = 0,554$. В дальнейшем увеличения площади гнойной раны в основной группе отмечено не было. В результате ежедневных перевязок с санацией гнойной полости к 14 суткам послеоперационного периода отмечено полное заживление послеоперационной раны вторичным натяжением у всех пациентов основной группы (табл. 2).

Таблица 2

Скорость заживления гнойных ран в группах исследования

Группы	6 сутки, см ²	7 сутки, см ²	8 сутки, см ²	9 сутки, см ²	10 сутки, см ²	11 сутки, см ²	12 сутки, см ²	13 сутки, см ²	14 сутки
Основная (n = 4)	$16,2 \pm 1,2$	$15,8 \pm 2,3$	$12,2 \pm 3,1$	$10,4 \pm 2,4$	$8,9 \pm 3,1$	$6,8 \pm 2,3$	$3,9 \pm 3,9$	$2,8 \pm 1,1$	Вторичные швы
Контрольная (n = 6)	$45,4 \pm 3,4^*$	$38,6 \pm 7,8^*$	$35,8 \pm 4,1^*$	$32,3 \pm 4,3^*$	$29,0 \pm 4,9^*$	$21,8 \pm 3,9^*$	$17,8 \pm 3,6^*$	$15,1 \pm 1,1^*$	$11,5 \pm 6,8^*$

Примечание. * – различия в группах статистически значимы, $p < 0,05$.

Источник: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

В группе контроля местное лечение гнойных осложнений было достаточно трудным. Сложности были обусловлены продолжающимся краевым некрозом кожного лоскута. Выполнение этапных некрэктомий в контрольной группе сопровождалось некоторым увеличением лейкоцитоза и субфебрилитетом (10-е сутки исследования, табл. 1). У 1 (3,4 %) пациента контрольной группы отмечался некроз с распространением по всей ширине раны, с захватом подкожно-жировой клетчатки. Первоначальная площадь раны у данного пациента статистически значимо была больше, чем у остальных участников исследования, составляя на 7-е сутки – $98,6 \pm 7,8 \text{ см}^2$, а на 14-е сутки – уже $187,5 \pm 6,8 \text{ см}^2$ (рис. 2).



А



Б

Рис. 2. Состояние послеоперационной раны у пациентов в группах сравнения на 14-е сутки (А – контрольная группа, Б – основная, перед снятием швов).

Источник: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Увеличение площади раны в контрольной группе было обусловлено этапными некрэктомиями. В таких условиях требовались длительные перевязки сначала в стационаре, а затем в поликлинике. Заживление кожной раны вторичным натяжением у пациентов с гнойными осложнениями в группе контроля в среднем происходило $57,5 \pm 2,8$ дней.

В основной группе его мобилизация проводилась под люминесцентным контролем, в связи с чем часть подкожно-жировой клетчатки оставалась на апоневрозе. При оценке объема лимфореи в раннем послеоперационном периоде в группах исследования отмечаются статистически значимые различия. Например, на 3-и сутки объем отделяемого по дренажу в основной группе составил $214,8 \pm 15,8$ мл, а в группе контроля – $389,4 \pm 21,4$ мл; при $p = 0,025$) (табл. 3).

Таблица 3

Количество серозного отделяемого по дренажам в раннем послеоперационном периоде, мл

	2-е сутки	4-е сутки	6-е сутки	8-е сутки
Основная группа	$145,2 \pm 20,8$	$226,8 \pm 11,8$	$140,9 \pm 11,8$	$71,1 \pm 10,2$
Контрольная группа	$159,2 \pm 21,4$	$382,4 \pm 17,4^*$	$302,2 \pm 10,2^*$	$182,2 \pm 15,1^*$

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

Источник: составлено авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Кроме того, различались сроки удаления дренажей Редона. В группе контроля удаление дренажей осуществлялось через $10,5 \pm 1,3$ дней, а в основной группе – через $7,5 \pm 1,1$ дня; при $p = 0,017$. Таким образом, в контрольной группе они удалялись позже.

При дальнейшем наблюдении у 3 (14,3 %) пациентов из основной группы и у 6 (20,7 %) – из контрольной были зафиксированы повторные госпитализации по причине гнойных осложнений. Причиной всех осложнений явилась нагноившаяся серома подкожной клетчатки. Пациентам выполнено дренирование подкожной клетчатки под ультразвуковым наведением. В послеоперационном периоде проводилось промывание гнойных полостей и антибактериальная терапия препаратами широкого спектра действия. Во всех случаях отмечено выздоровление пациентов. Важно отметить, что у данных пациентов в раннем послеоперационном периоде, в процессе стационарного лечения осложнений не отмечалось.

Проведенное исследование доказало целесообразность использования люминесцентной спектроскопии кожно-жирового лоскута при абдоминопластике. Данный

метод, в основе которого лежит оценка динамики изменений интенсивности люминесцентного свечения и его спектральных характеристик при ишемизации тканей, позволил дать объективные критерии выбора ширины и глубины выкраиваемого кожно-жирового лоскута.

В результате выполнения абдоминопластики под контролем люминесцентной спектроскопии удалось добиться оптимального эстетического результата при сохранении жизнеспособности тканей. Учитывая отсутствие случаев краевых некрозов кожно-жирового лоскута в основной группе, данный метод диагностики явился достаточно точным, что позволило безошибочно определить достаточную ширину сепарации и границу отсечения кожно-жирового фартука без нарушения его кровоснабжения.

Важно подчеркнуть, что полученные результаты лечения пациентов в основной группе сопровождались статистически значимым снижением количества осложнений и объема лимфореи при выполнении абдоминопластики под контролем люминесцентной спектроскопии. При этом, в отличие от пациентов контрольной группы, при нагноении отсутствовала необходимость выполнения им многократных некрэктомий. В данной группе в результате распространения некроза кожи и подкожной клетчатки отмечалась постоянное увеличение площади раны и снижение процессов ее регенерации в динамике исследования

Заключение

Таким образом, использование интраоперационной люминесцентной спектроскопии при выполнении классической абдоминопластики без особых усилий позволяет уточнить ее объем и снизить количество послеоперационных осложнений, связанных с избыточной мобилизацией кожно-жирового фартука и его ишемизацией.

Список литературы

1. Абрамов И.В., Копытин И.А., Иванов В.В., Филимонов В.Б., Натальский А.А. Сравнительная характеристика методик абдоминопластики у пациентов после массивной потери веса // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2023. № 3. С. 137–141. DOI: 10.37882/2223–2966.2023.03.01.
2. O'Kelly N., Nguyen K., Gibstein A., Bradley J.P., Tanna N., Matarasso A. Standards and Trends in Lipoabdominoplasty // Plast Reconstr Surg Glob Open. 2020. Vol. 8(10). P. e3144. DOI: 10.1097/GOX.0000000000003144.
3. Grotting J.C., Saheb-Al-Zamani M. Discussion: Abdominoplasty in the Overweight and Obese Population: Outcomes and Patient Satisfaction // Plast Reconstr Surg. 2019. Vol. 144(4). P. 854–856. DOI: 10.1097/PRS.0000000000006019.

4. Friedman T., Wiser I. Abdominal Contouring and Combining Procedures // Clin Plast Surg. 2019. Vol. 46 (1). P. 41–48. DOI: 10.1016/j.cps.2018.08.006.
5. Zhang Y., Zheng Q.J., Wang S., Zeng S.X., Zhang Y.P., Bai X.J., Hou T.Y. Diabetes mellitus is associated with increased risk of surgical site infections: A meta-analysis of prospective cohort studies // Am J Infect Control. 2015. Vol. 43 (8). P. 810–815. DOI: 10.1016/j.ajic.2015.04.003.
6. Bamba R., Gupta V., Shack R.B., Grotting J.C., Higdon K.K. Evaluation of diabetes mellitus as a risk factor for major complications in patients undergoing aesthetic surgery // Aesthet Surg J. 2016. Vol. 36 (5). P. 598–608. DOI: 10.1093/asj/sjv241.
7. Massenburg B.B., Sanati-Mehrizy P., Jablonka E.M., Taub P.J. Risk factors for readmission and adverse outcomes in abdominoplasty // Plast Reconstr Surg. 2015. Vol. 136 (5). P. 968–977. DOI: 10.1097/PRS.0000000000001680.
8. Бабкина А.С. Лазер-индуцированная флуоресцентная спектроскопия в диагностике тканевой гипоксии // Общая реаниматология. 2019. Т. 15. № 6. С. 50–61. DOI: 10.15360/1813-9779-2019-6-50-61.
9. Shehada R.E., Marmarelis V.Z., Mansour H.N., Grundfest W.S. Laser induced fluorescence attenuation spectroscopy: detection of hypoxia // IEEE Trans. Biomed. Eng. 2000. Vol. 47 (3). P. 301–312. DOI: 10.1109/10.827290.
10. Hershberger K.A., Martin A.S., Hirschey M.D. Role of NAD⁺ and mitochondrial sirtuins in cardiac and renal diseases // Nat. Rev. Nephrol. 2017. Vol. 13 (4). P. 213–225. DOI: 10.1038/nrneph.2017.5.
11. Tirapelli L.F., Trazzi B.F., Bagnato V.S., Tirapelli D.P., Kurachi C., da Costa M.M., Tucci S. Jr., Cologna A.J., Martins A.C. Histopathology and laser autofluorescence of ischemic kidneys of rats // Lasers Med. Sci. 2009. Vol. 24 (3). P. 397–404. DOI: 10.1007/s10103-008-0578-7.
12. Еремеев А.В., Пикина А.С., Владимирова Т.В., Богомазова А.Н. Методы оценки жизнеспособности клеток, культивируемых *in vitro* в 2D- и 3D-структурах // Гены и клетки. 2023. Т. 18. № 1. С. 5–21. DOI: 10.23868/gc312198.
13. Афанасьева А.Н., Сапарова В.Б., Сельменских Т.А., Макаренко И.Е. Выбор оптимального метода детекции жизнеспособности клеточных культур для тестов на пролиферативную активность и цитотоксичность// Лабораторные животные для научных исследований. 2021. № 2. DOI: 10.29296/2618723X-2021-02-03.
14. Ваганов А.Г., Кузнецов М.Р., Артыков А.Б., Анисимова А.В., Насритдинходжаев А.О. О точном определении уровня ампутации нижних конечностей с помощью фотOLUMИнесцентной спектроскопии // Казанский медицинский журнал. 2025. Т. 106. № 1. С. 129–138. DOI: 10.17816/KMJ642025.

15. Ивануса С.Я., Рисман Б.В., Шаяхметов Р.Е., Янишевский А.В., Бабенко М.В., Шипилов П.А. Компьютерная планиметрия как метод объективного контроля заживления ран при синдроме диабетической стопы // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2023. Т. 25. № 2. С. 239–248. DOI: 10.17816/brmma321607.