

*На правах рукописи*



**Гайдаров Алексей Евгеньевич**

**ОПТИМИЗАЦИЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПАЦИЕНТОВ ПРИ ЛИПОСАКЦИИ**

**3.1.12. Анестезиология и реаниматология**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата медицинских наук**

**Саратов – 2026**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Научный руководитель:**

**Кулигин Александр Валерьевич** - доктор медицинских наук, доцент.

**Официальные оппоненты:**

**Храпов Кирилл Николаевич** – доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, руководитель отдела анестезиологии научно-клинического центра анестезиологии и реаниматологии;

**Субботин Валерий Вячеславович** – доктор медицинских наук, государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Московский Клинический Научный Центр имени А. С. Логинова Департамента здравоохранения Москвы», руководитель центра анестезиологии и реаниматологии.

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Архангельск.

Защита диссертации состоится «21» сентября 2026 г. в 12:00 часов на заседании диссертационного совета 21.2.062.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.2).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (194223, г. Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, д. 39) и на сайте ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (<http://gpmu.org>).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор медицинских наук, профессор      Пшениснов Константин Викторович

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность исследования**

Липосакция является одним из наиболее распространённых вмешательств в эстетической хирургии, характеризуется устойчивым ростом частоты выполнения и расширением показаний. Современный этап развития хирургической коррекции ожирения сопровождается увеличением объёма одномоментной липоаспирации, что приводит к увеличению объемов интраоперационной кровопотери и рисков системных гемодинамических нарушений [Мантурова и соавт., 2023].

Особую клиническую значимость у пациентов с ожирением приобретает проблема кровопотери. Согласно клиническим рекомендациям Минздрава России «Ожирение у взрослых» и методическим рекомендациям Федерации анестезиологов и реаниматологов России по периоперационному ведению пациентов с ожирением, для данной категории пациентов характерна сниженная толерантность к анемии, обусловленная исходными нарушениями микроциркуляции, эндотелиальной функции и кислородтранспортной способности крови.

При липосакции большого объёма развитие кровопотери является неизбежным. Однако в отличие от большинства хирургических вмешательств, где тахикардия рассматривается как компенсаторная реакция на снижение объёма циркулирующей крови, при липосакции данная зависимость модифицируется системным действием адреналина, входящего в состав тумесцентного раствора. В этих условиях увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) предшествует значимой кровопотере из микроциркуляторного сосудистого русла [Joona, 2022].

Объём интраоперационной кровопотери при липосакции следует рассматривать не только как последствие хирургической травмы, но и нарушение регуляции микрососудистого тонуса. Объективная оценка и направленная коррекция сердечно-сосудистой и микроциркуляторной систем в условиях общей анестезии имеют принципиальное значение для повышения безопасности эстетических хирургических вмешательств, что определяет актуальность настоящего исследования.

### **Степень разработанности темы исследования**

Вопросы безопасности липосакции и профилактики осложнений широко освещены в отечественной и зарубежной литературе. Основной массив исследований посвящён совершенствованию хирургической техники и снижению кровопотери за счёт оптимизации состава тумесцентных растворов, а также оценке допустимых объёмов липоаспирата [Kanapathy et al., 2021; Mortada et al., 2023; Aktas Yildirim et al., 2024].

Влиянию анестезиологических факторов на объём интраоперационной кровопотери при липосакции не уделяется достаточного внимания. Выбор вида поддержания анестезии и метода анестезиологического обеспечения рассматривается без анализа микроциркуляторных механизмов, несмотря на

их ключевую роль в формировании кровенаполнения классических зон липоаспирации [Joona, 2022].

Недостаточно изучено системное влияние адреналина тумесцентных растворов на микроциркуляцию и сосудистый тонус в условиях общей анестезии, его роль в формировании реакций сердечно-сосудистой системы. Отсутствуют сравнительные исследования, посвящённые оценке влияния ингаляционных и внутривенных анестетиков на микроциркуляцию при липосакции у пациентов с ожирением.

Недостаток данных о влиянии  $\beta_1$ -селективных адrenoблокаторов при липосакции на микроциркуляцию и кровопотерю формирует научный пробел, определяющий необходимость проведения настоящего исследования.

### **Цель исследования**

Оптимизация методики анестезии при липосакции для уменьшения рисков интраоперационных осложнений.

### **Задачи исследования**

1. Оценить влияние общей анестезии на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы на фоне системной абсорбции адреналина при проведении липосакции.
2. Изучить показатели микроциркуляции в зависимости от используемой методики общей анестезии при проведении липосакции.
3. Выявить факторы, влияющие на величину интраоперационной кровопотери, и методы их устранения во время общей анестезии при проведении липосакции.
4. Разработать методику анестезии, обеспечивающую стабильность функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и оптимальную микроциркуляцию во время липосакции на фоне системной абсорбции адреналина.

### **Научная новизна**

Впервые в условиях общей анестезии при липосакции проведена оценка влияния системного действия адреналина, входящего в состав тумесцентного раствора, на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции.

Впервые проведён сравнительный анализ влияния различных видов общей анестезии - ингаляционной (с использованием севофлурана и десфлурана) и тотальной внутривенной (на основе пропофола) - на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы, микроциркуляции и объём интраоперационной кровопотери при липосакции.

Впервые установлена положительная взаимосвязь между функциональными показателями сердечно-сосудистой системы, микроциркуляцией и объемом интраоперационной кровопотери. Клинически обосновано применение короткодействующего  $\beta_1$ -селективного

адреноблокатора для фармакологической коррекции тахикардии, индуцированной системным действием адреналина, при сохранении нормотензии и целевой тканевой перфузии.

Впервые разработана методика анестезии при липосакции у пациентов с ожирением, основанная на контроле ЧСС, показателя микроциркуляции и применении  $\beta_1$ -селективного адреноблокатора короткого действия для профилактики избыточной кровопотери.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Расширены представления о клинико-физиологических аспектах влияния адреналина в составе тумесцентного раствора на сердечно-сосудистую систему и микроциркуляцию при липосакции.

Полученные результаты дополняют представления о действии адреналина, сочетающим периоды вазоконстрикции, реактивной вазодилатации, и обосновывают необходимость фармакологической коррекции  $\beta$ -адренергических реакций для поддержания оптимального уровня микроциркуляции в условиях общей анестезии.

Разработана методика анестезии, снижающая интраоперационную кровопотерю при липосакции, основанная на стабилизации функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции.

### **Методология исследования**

Теоретическую базу исследования составили современные научные работы отечественных и зарубежных авторов, посвящённые вопросам анестезиологического обеспечения липосакции, физиологическим аспектам действия адреналина и  $\beta_1$ -селективных адреноблокаторов, а также исследования, направленные на оценку влияния общей анестезии на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и микроциркуляцию.

Работа проведена в форме проспективного рандомизированного клинического исследования. Объектом исследования явились 120 пациентов, которым была проведена липосакция большого объема в условиях общей анестезии. Выводы и положения, выносимые на защиту, основаны на результатах клинических наблюдений, инструментальных исследований и статистической обработки результатов исследования.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Абсорбция адреналина, входящего в состав тумесцентного раствора, сопровождается тахикардией и фазными колебаниями микроциркуляции, которые могут быть нивелированы при проведении тотальной внутривенной анестезии (ТВА) на основе пропофола.
2. Тахикардия и микроциркуляторная гиперперфузия – ключевые факторы риска, способствующие увеличению объёма интраоперационной кровопотери, которые могут быть устранены путём назначения

короткодействующего  $\beta_1$ -селективного адrenoблокатора на этапе поддержания анестезии.

3. Предложенный метод анестезии при проведении липосакции, основанный на контроле ЧСС, путём применения  $\beta_1$ -селективного адrenoблокатора короткого действия, обеспечивает стабилизацию функциональных показателей сердечно-сосудистой системы, профилактику адреналин-индуцированной тахикардии и снижение интраоперационной кровопотери без риска системной гипоперфузии.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Основные положения диссертационной работы были доложены на научных заседаниях кафедры скорой неотложной анестезиолого-реанимационной помощи и симуляционных технологий в медицине ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России и представлены на 6 научных форумах различного уровня.

Теоретическая апробация работы состоялась на заседании проблемной комиссии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России.

Клиническая апробация результатов исследования проведена в отделениях анестезиологии и реанимации ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Саратова и ООО «ММЦ» — клиника «Ланцет» г. Геленджика, что подтверждено актами внедрения 2024–2025 гг.

По теме диссертационного исследования опубликованы 11 научных работ, в том числе 3 статьи в научных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 1 монография, 5 тезисов докладов в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций. Результаты исследования защищены патентом Российской Федерации на изобретение «Способ профилактики кровопотери при липосакции» (регистрационный № 2862785, от 26 мая 2026 г.).

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 162 страницах машинописного текста, содержит 23 рисунка, 10 таблиц, включает список литературы из 132 источников, из которых 44 - отечественные и 77 - зарубежные.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Исследование выполнено на кафедре скорой неотложной анестезиолого-реанимационной помощи и симуляционных технологий в медицине ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Минздрава России в период с 2022 по 2025 гг. Одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России (протокол № 02 от 16.09.2022 г.).

В исследование включены 120 пациентов в возрасте от 18 до 45 лет с индексом массы тела (ИМТ) 35–45 кг/м<sup>2</sup>, имеющие показания к липосакции в объеме более 4000 мл. Операционно-анестезиологический риск составил I–II степень по шкале Московского научного общества анестезиологов и реаниматологов (МНОАР), риск развития венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО) 0–4 балла по шкале Caprini.

В зависимости от вида поддержания анестезии пациенты были разделены на три группы: 1-я группа (n = 40) — ингаляционная анестезия с применением севофлурана; 2-я группа (n = 40) — ингаляционная анестезия с использованием десфлурана; 3-я группа (n = 40) — ТВА на основе пропофола.

Все измерения выполнялись в трёх стандартизированных временных точках: до начала анестезии (T<sub>1</sub>), на этапе инфильтрации тумесцентного раствора в условиях адекватной анестезии (T<sub>2</sub>) и во время липоаспирации (T<sub>3</sub>).

**Предоперационная подготовка** проводилась по единому стандартизированному протоколу. Всем пациентам выполнялся обязательный комплекс лабораторных и инструментальных исследований, дополнительно проводилась неинвазивная оценка микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ).

На основании полученных данных рассчитывались ИМТ, анестезиологический риск по шкале МНОАР и риск развития ВТЭО по шкале Caprini. После подтверждения соответствия критериям включения пациенты рандомизировались в исследуемые группы. Предоперационное ведение осуществлялось в соответствии с принципами Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) и завершалось получением добровольного информированного согласия.

**Операционный период.** Все оперативные вмешательства выполнялись в условиях общей анестезии с контролируемой искусственной вентиляцией лёгких (ИВЛ) по унифицированному протоколу, основанному на методических рекомендациях периоперационного ведения пациентов с сопутствующим морбидным ожирением, утвержденных Президиумом ФАР от 11 июля 2020 года.

Премедикация проводилась за 10–15 минут до транспортировки пациента в операционную внутривенным введением мидазолама 0,5%-й раствор в дозе 0,1 мг/кг общего веса тела (ОВТ).

Вводная анестезии осуществлялась пропофолом 1% в дозе 2,0–2,5 мг/кг тощего веса тела (ТВТ) в сочетании с миорелаксантом рокурония бромидом в дозе 1 мг/кг ТВТ. После интубации пациенты переводились на автоматическую ИВЛ с контролем по давлению. Начальная респираторная поддержка проводилась из расчета 10 мл/кг сухой массы с последующей коррекцией параметров, обеспечивающих нормокапнию и оптимальное газообменное соотношение.

Поддержание анестезии осуществляли по одной из трёх схем: в 1-й группе использовали ингаляционную анестезию севофлураном в

концентрации 0,8–1,2 МАК, во 2-й группе — ингаляционную анестезию десфлураном в аналогичной концентрации, в 3-й группе проводили ТВА пропофолом 1 % в дозе 4–12 мг/кг ОВТ/ч.

Во всех группах для анальгезии использовали фентанил в дозе 2 мкг/кг ТВТ, вводимый болюсно на этапе разреза и далее дробно по 1–2 мкг/кг ТВТ — каждые 20–30 минут. При необходимости повторного введения миорелаксантов применяли рокурония бромид в дозе 0,3–0,6 мг/кг ТВТ/ч.

Инфузионная терапия динамически корректировалась в зависимости от гематокрита, темпа диуреза и общего объёма инфльтрационного раствора, вводимого во время операции. Компенсацию кровопотери проводили с перерасчётом на ТВТ.

С целью коррекции ЧСС во время общей анестезии применялся  $\beta_1$ -селективный адреноблокатор — эсмолол. Если ЧСС превышала 90–100 ударов в минуту, эсмолол вводился внутривенно в нагрузочной дозе 500 мкг/кг массы тела в течение 1 минуты. После достижения нормокардии (ЧСС 60–65 ударов в минуту) продолжали введение препарата в режиме поддерживающей инфузии в дозировке 12,5–50 мкг/кг/мин до завершения наиболее активных этапов липоаспирации.

Липосакция выполнялась по тумесцентной РAL-технике с использованием стандартного раствора Кляйна, основанного на растворе хлорида натрия 0,9% с концентрацией лидокаина 0,05% (500 мг/л) и адреналина 1 мг/л (1:1 000 000). Экспозиция раствора составляла 20–30 минут.

**Послеоперационное наблюдение** осуществлялось в условиях стационара в течение 3-х суток и было направлено на контроль витальных функций, температуры тела, диуреза и раннюю диагностику осложнений.

На вторые сутки выполнялся общий анализ крови, данные сопоставлялись с исходными значениями для объективной оценки кровопотери и динамики восстановления.

**Методика исследования микроциркуляции.** Оценка состояния периферической микроциркуляции проводилась неинвазивным методом ЛДФ с использованием аппаратно-программного комплекса «ЛАЗМА-СТ» (Россия). Метод основан на регистрации доплеровского сдвига лазерного излучения, отражённого от движущихся эритроцитов, и позволяет количественно оценивать уровень тканевой перфузии и активность регуляторных механизмов микроциркуляции.

Регистрация осуществлялась оптоволоконным датчиком, фиксированным на подушечке среднего пальца руки, свободной от инфузии и манжеты тонометра, в горизонтальном положении пациента после 20 минут физического покоя при стандартных условиях окружающей среды. Анализировались средний показатель микроциркуляции (М) и параметры колебательной активности кровотока.

**Методика измерения величины кровопотери.** Исходные показатели гемоглобина и гематокрита определялись до операции и на 2-е

послеоперационные сутки для контроля степени снижения показателей и сопоставления результатов с расчётной интраоперационной кровопотерей.

После завершения липоаспирации материал отстаивался, из жидкой фракции отбирался образец, в котором концентрацию гемоглобина определяли методом Сали. Полученные значения использовались для расчёта объёма кровопотери по формуле К. В. Агапова (2004) с последующим анализом показателей в исследуемых группах.

### **Общая характеристика пациентов проспективного исследования**

В проспективное рандомизированное исследование включены 120 пациентов женского пола, перенёсших липосакцию большого объёма. Общая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Общая характеристика пациентов в исследовании  
(n=120; M  $\pm$  SD, min–max)

| Показатель                                                                                                               | Севofлуран<br>(n = 40)        | Десфлуран<br>(n = 40)             | Пропофол<br>(n = 40)          | p-value |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------|
| Возраст, лет                                                                                                             | 38,1 $\pm$ 5,7<br>(18–45)     | 39,2 $\pm$ 6,0<br>(18–45)         | 37,9 $\pm$ 5,5<br>(18–45)     | 0,64    |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>                                                                                                   | 43,2 $\pm$ 3,1<br>(35–45)     | 42,8 $\pm$ 3,5<br>(35–45)         | 43,0 $\pm$ 3,4<br>(35–45)     | 0,84    |
| Степень ожирения<br>(по ВОЗ)                                                                                             | II–III                        | II–III                            | II–III                        | -       |
| СрАД, мм рт. ст.                                                                                                         | 91 $\pm$ 8                    | 88 $\pm$ 7                        | 90 $\pm$ 9                    | 0,41    |
| ЧСС, уд/мин                                                                                                              | 78,9 $\pm$ 6,7                | 77,6 $\pm$ 6,8                    | 76,8 $\pm$ 6,5                | 0,57    |
| Гемоглобин, г/л                                                                                                          | 131,2 $\pm$ 8,4               | 130,6 $\pm$ 7,9                   | 132,1 $\pm$ 8,6               | 0,68    |
| Патология сердечно-<br>сосудистой системы,<br>n (%)                                                                      | 8 (20%)                       | 9 (22,5%)                         | 7 (17,5%)                     | 0,78    |
| Метаболический<br>синдром, n (%)                                                                                         | 12 (30%)                      | 14 (35%)                          | 13 (32,5%)                    | 0,86    |
| Тромбопрофилактика<br>(фраксипарин 0,3 мл<br>за 12 ч до операции),<br>n (%)                                              | 40 (100%)                     | 40 (100%)                         | 40 (100%)                     | -       |
| Общий объём<br>липоаспирата, мл                                                                                          | 4900 $\pm$ 550<br>(4000–5400) | 5040 $\pm$ 570<br>(4000–<br>5400) | 4950 $\pm$ 560<br>(4000–5400) | 0,79    |
| Примечание: M — среднее значение; SD — стандартное отклонение; различия между группами статистически незначимы (p>0,05). |                               |                                   |                               |         |

Включённые в исследование пациенты были сопоставимы по всем исследуемым характеристикам, что подтверждает корректность рандомизации и методологическую обоснованность последующего анализа.

### **Статистическая обработка данных**

Статистическую обработку данных выполняли с использованием программ IBM SPSS Statistics 23.0 и Microsoft Excel 2022. Размер выборки рассчитывали по первичной конечной точке - объёму интраоперационной кровопотери. Минимально необходимый объём составил 16 пациентов в группе; фактически в исследование были включены по 20 пациентов. Характер распределения оценивали по критерию Шапиро-Уилка. В связи с ненормальным распределением большинства показателей применяли непараметрические методы статистического анализа. Количественные данные представлены в виде  $Me [Q1; Q3]$  и  $M \pm SD$ , категориальные - в абсолютных и относительных величинах. Для межгруппового сравнения использовали критерий Краскела-Уоллиса с последующим критерием Манна-Уитни и поправкой Бонферрони, для внутригруппового анализа - критерий Уилкоксона. Категориальные показатели анализировали с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона или точного критерия Фишера. Взаимосвязи между показателями оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена и регрессионного анализа. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

### **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Результаты проведённого исследования свидетельствуют о ведущей роли системной абсорбции адреналина из тумесцентного раствора, в формировании реакций сердечно-сосудистой и микроциркуляторной систем при липосакции. На этапе  $T_2$  у всех пациентов отмечалось достоверное увеличение ЧСС в среднем на  $38 \pm 7\%$  по сравнению с исходным уровнем ( $p < 0,001$ ), а также увеличение показателя  $M$  на  $29,7 \pm 2,0\%$  ( $p < 0,01$ ). В период максимального системного действия адреналина ЧСС достигала 120–130 уд/мин, а показатель  $M$  возрастал до 28–30 у. е., что свидетельствовало о выраженной активации сердечно-зависимого механизма регуляции микрокровотока и формировании микроциркуляторной гиперперфузии.

Выраженность выявленных изменений зависела от используемого вида общей анестезии. При ингаляционной анестезии с применением севофлурана и десфлурана увеличение ЧСС составляло в среднем 39% от исходных значений, а показатель  $M$  увеличивался на 38,5% ( $p < 0,01$ ). В этих условиях регистрировались наиболее высокие значения  $M$ , достигающие  $28,9 \pm 1,7$  у. е., что отражало сочетание выраженной тахикардии с периферической вазодилатацией. При ТВА пропофолом колебания функциональных показателей сердечно-сосудистой системы носили менее выраженный характер: ЧСС возрастала в среднем на 30%, а показатель  $M$  — лишь на 11% по сравнению с исходным уровнем ( $p < 0,05$ ). При этом значения  $M$ , как правило, не превышали 21–23 у. е., что указывает на более стабильный

профиль влияния пропофола на сердечно-сосудистую систему и микроциркуляцию у пациентов с ожирением. Динамика изменений функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у пациентов при липосакции представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции у пациентов при липосакции ( $M \pm SD$ )

| Показатель                            | Группа     | Этап операции (количество пациентов) |                     |                     |
|---------------------------------------|------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                       |            | T <sub>1</sub> (120)                 | T <sub>2</sub> (60) | T <sub>3</sub> (60) |
| СрАД, мм рт. ст.                      | Севوفлуран | 91 ± 8                               | 82,9 ± 11,8         | 84,1 ± 13,7         |
|                                       | Десфлуран  | 88 ± 7                               | 80,6 ± 15,1         | 77,5 ± 12,1         |
|                                       | Пропофол   | 90 ± 9                               | 85,2 ± 11,1         | 80,3 ± 11,8         |
| ЧСС, уд/мин.                          | Севوفлуран | 78,9 ± 6,7                           | 110,6 ± 12*         | 115,5 ± 16,7*       |
|                                       | Десфлуран  | 77,6 ± 6,8                           | 107,7 ± 9,9*        | 96,2 ± 5,5*         |
|                                       | Пропофол   | 76,8 ± 6,5                           | 102,4 ± 13,7*       | 99,9 ± 6,4*         |
| Показатель микроциркуляции (М), у. е. | Севوفлуран | 19,5 ± 4,1                           | 2,9 ± 1,7*          | 25 ± 1,7*           |
|                                       | Десфлуран  | 20,1 ± 3,5                           | 25,9 ± 2,2*         | 24,6 ± 2,4*         |
|                                       | Пропофол   | 19,1 ± 3,3                           | 21,2 ± 2,2          | 19,4 ± 2,7          |

Примечание: T<sub>1</sub> - до операции, T<sub>2</sub> - нагнетание раствора в подкожно-жировую клетчатку, T<sub>3</sub> - липосакция (\* -  $p < 0,05$  при сравнении этапов исследования).

Анализ структуры регуляции микроциркуляции с использованием спектрального анализа сигнала ЛДФ показал, что в условиях общей анестезии и системной адренергической стимуляции происходит выраженное перераспределение регуляторных механизмов (рисунок 1).

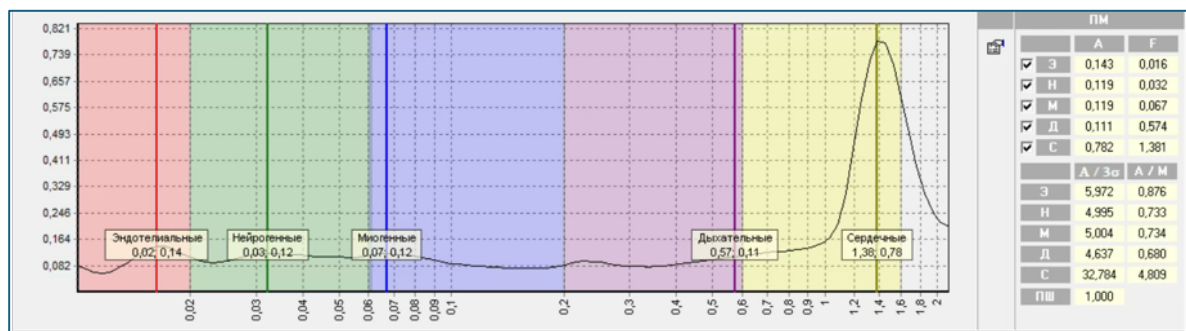


Рисунок 1 – Спектрограмма пациента в условиях общей анестезии

В фазе максимального действия адреналина доля сердечного компонента достигала 72,5% общей мощности спектра, тогда как вклад нейрогенного и миогенного компонентов снижался на 57,1 и 58,0% соответственно ( $p < 0,01$ ).

Это указывает на доминирование пассивных, пульсационно-зависимых механизмов микрокровотока и снижение роли активной вазомоторной регуляции, что создаёт условия для избыточного кровенаполнения

микроциркуляторного русла. Взаимосвязь ЧСС и сердечного механизма регуляции микроциркуляции (Ас) в группах на этапах операции представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Взаимосвязь ЧСС и Ас в группах на этапах операции

| Параметр /<br>Группа                                                                                               | Севofлуран                  | Десфлуран                  | Пропофол                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Корреляция ЧСС<br>- Ас                                                                                             | $r=0,61$ ( $p=0,004$ )      | $r=0,49$ ( $p=0,028$ )     | $r=0,45$ ( $p=0,047$ )    |
| Прирост Ас ( $T_1$ -<br>$T_2$ )                                                                                    | +43,8%                      | +40,2%                     | +33,3%                    |
| Критический<br>уровень ЧСС                                                                                         | $\geq 93$ уд/мин            | $\geq 94$ уд/мин           | $\geq 100$ уд/мин         |
| Изменение связи<br>к $T_3$                                                                                         | Сохраняется<br>( $r=0,48$ ) | Ослабевает<br>( $r=0,32$ ) | Незначима<br>( $r=0,24$ ) |
| Примечание: $T_1$ - до операции, $T_2$ - нагнетание раствора в подкожно-<br>жировую клетчатку, $T_3$ – липосакция. |                             |                            |                           |

Усиление тахикардии и микроциркуляции сопровождалось достоверным ростом объёма интраоперационной кровопотери. При ЧСС 110–115 уд/мин и значениях показателя микроциркуляции 28–30 у. е. кровопотеря составляла в среднем 780–820 мл, тогда как при поддержании ЧСС в пределах 75–85 уд/мин и значениях М 16–20 у. е. её объём, как правило, не превышал 450–500 мл. Корреляционный анализ подтвердил наличие устойчивой положительной связи между ЧСС и объёмом кровопотери ( $r = 0,61$ ;  $p < 0,01$ ). Взаимосвязь между ЧСС и объёмом кровопотери представлена на рисунке 2.

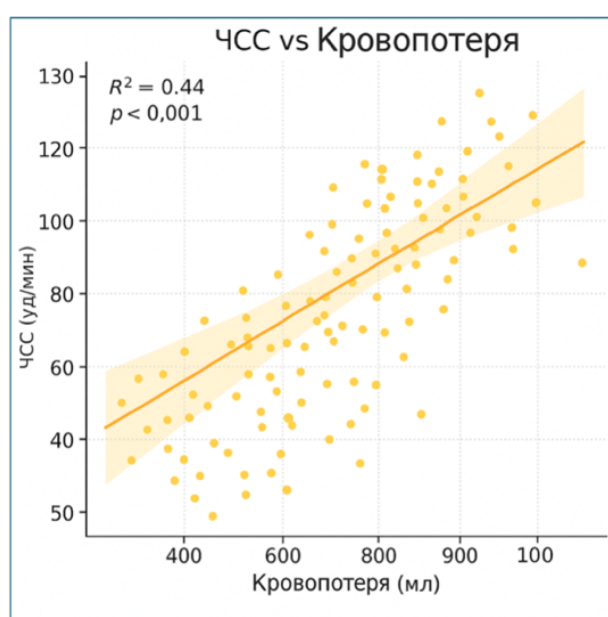


Рисунок 2 - Корреляция ЧСС к объёму кровопотери у пациентов при липосакции

Аналогичная зависимость выявлена между уровнем микроциркуляции и кровопотерей: увеличение показателя М на каждые 5 у. е. сопровождалось ростом объема кровопотери в среднем на 150–200 мл. При этом стойкое повышение показателя М выше 25 у. е., сохраняющееся более 30–40 минут, ассоциировалось с увеличением суммарной кровопотери до 700–800 мл, тогда как транзиторные колебания М в пределах 18–22 у. е. не имели клинически значимого влияния. Взаимосвязь между микроциркуляцией и объемом кровопотери представлена на рисунке 3.

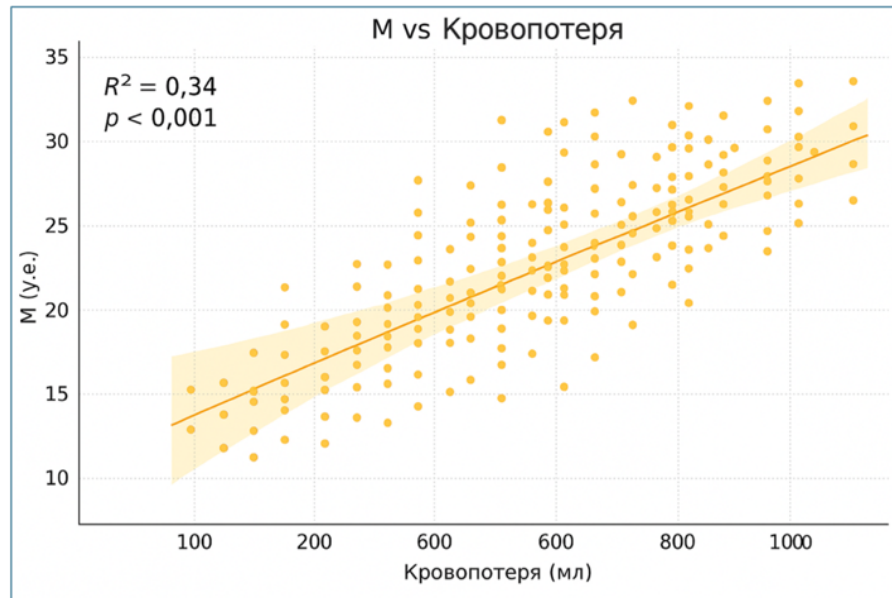


Рисунок 3 - Корреляция показателя микроциркуляции к объёму кровопотери

Полученные данные позволили рассматривать ЧСС как самостоятельный детерминант интраоперационной кровопотери при липосакции. Поддержание ЧСС ниже 90 уд/мин ассоциировалось с ограничением капиллярной гиперперфузии и снижением кровопотери, тогда как превышение порогового значения 100 уд/мин сопровождалось их резким нарастанием независимо от используемого базового анестетика.

Включение короткодействующего  $\beta_1$ -селективного адrenoблокатора эсмолола в анестезиологическое обеспечение приводило к достоверному снижению ЧСС в среднем на 36–46 % при сохранении срАД выше 70 мм рт. ст. На фоне  $\beta_1$ -блокады показатель М снижался с 22–28 до 16–17 у. е. ( $p < 0,01$ ), что отражало восстановление баланса между активными и пассивными механизмами регуляции микрокровотока. Изменения функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции в исследуемых группах пациентов по анестетику с применением эсмолола представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции в исследуемых группах по анестетику с применением эсмолола ( $M \pm SD$ )

| Показатель          | Группа     | Этап операции (количество пациентов)   |                                       |                                        |                                       |
|---------------------|------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|
|                     |            | T <sub>2</sub> (60)<br>без<br>эсмолола | T <sub>2</sub> (60)<br>с<br>эсмололом | T <sub>3</sub> (60)<br>без<br>эсмолола | T <sub>3</sub> (60)<br>с<br>эсмололом |
| СрАД,<br>мм рт. ст. | Севوفлуран | 82,9±1,8                               | 74,4±5,38*                            | 84,1±13,7                              | 81,6±13,7                             |
|                     | Десфлуран  | 80,6±15,1                              | 82±17,8                               | 77,5±12,1                              | 85±14,6                               |
|                     | Пропофол   | 85,2±11,1                              | 88,3±12,3                             | 80,3±11,8                              | 95,1±6,6*                             |
| ЧСС,<br>уд/мин.     | Севوفлуран | 110,6±12                               | 57,6±7,9*                             | 100,5±16,7                             | 57,9±8,5 *                            |
|                     | Десфлуран  | 107,7±9,9                              | 64,4±11,5*                            | 96,2±5,5                               | 70,8±10,1*                            |
|                     | Пропофол   | 102,4±13,7                             | 57,2±4,64*                            | 99,9±6,4                               | 52,8±6,42*                            |
| М, у. е.            | Севوفлуран | 22,9±1,7                               | 16,2±2,1*                             | 21±1,7                                 | 15,8±1,4*                             |
|                     | Десфлуран  | 22,9±2,2                               | 16,9±2*                               | 20,6±2,4                               | 20±2,5                                |
|                     | Пропофол   | 22,2±2,2                               | 16,9±2*                               | 22±2,7                                 | 14,7±2,5*                             |

Примечание: T1 - до операции, T2 - нагнетание раствора в подкожно-жировую клетчатку, T3 - липосакция; (\* -  $p < 0,05$  при сравнении этапов исследования).

Одновременно отмечалось уменьшение вклада сердечно-зависимого компонента и ограничение пульсационного влияния на микрососуды при сохранении активности эндотелиального и нейрогенного звеньев регуляции (рисунок 4).

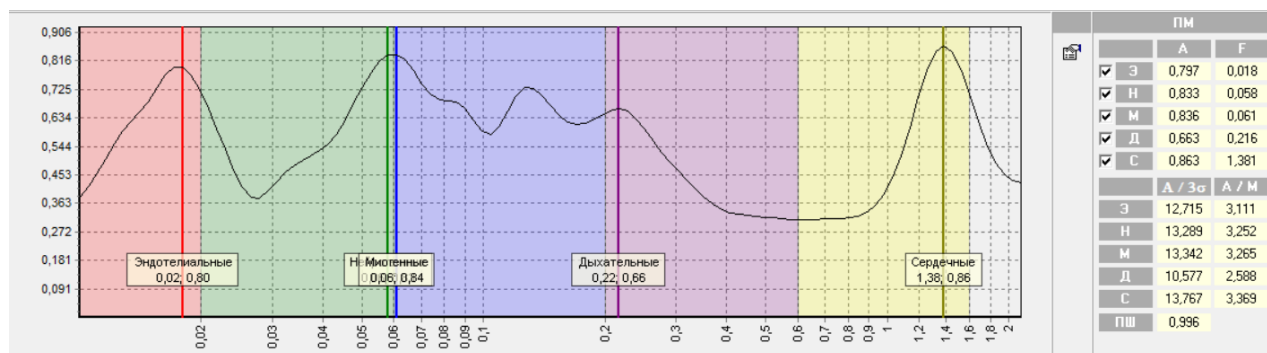


Рисунок 4 - Спектрограмма пациента на фоне ТВА с применением эсмолола

Наиболее выраженный эффект зарегистрирован при сочетании эсмолола с ТВА пропофолом, при котором ЧСС снижалась до 55–60 уд/мин, показатель микроциркуляции стабилизировался на уровне 16–17 у. е. При ингаляционной анестезии отрицательный хронотропный эффект эсмолола также был статистически значимым, однако сохраняющееся вазодилатирующее действие ингаляционных анестетиков ограничивало степень снижения микроциркуляции.

Реализация анестезиологического протокола, основанного на контроле ЧСС и целенаправленном применении  $\beta_1$ -селективного адреноблокатора, сопровождалась снижением объема интраоперационной кровопотери в среднем на 41% во всех исследуемых группах, а при комбинации «пропофол + эсмолол» — до 46%. Сопоставление объема кровопотери в группе с применением эсмолола и без него представлено в таблице 5.

Таблица 5 - Сопоставление объема кровопотери в группе с применением эсмолола и без него ( $M \pm SD$ )

| Группа                    | Объем кровопотери без эсмолола, мл | Объем кровопотери с эсмололом, мл | % уменьшения кровопотери | p-value (статистическая достоверность) |
|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|
| Севофлуран                | 872,85±119,90                      | 508,95±87,75                      | 41,7%                    | <0,001 (высоко значимо)                |
| Десфлуран                 | 956,05±145,59                      | 608,05±81,30                      | 36,4%                    | <0,001 (высоко значимо)                |
| Пропофол                  | 741,90±128,79                      | 401,60±72,17                      | 45,9%                    | <0,001 (высоко значимо)                |
| Примечание: p-value<0,05. |                                    |                                   |                          |                                        |

При этом характер взаимосвязи между микроциркуляцией и кровопотерей изменялся: наклон регрессионной зависимости уменьшался в 1,7–1,9 раза, что отражало снижение вклада пульсационного компонента кровотока.

Таким образом, полученные результаты последовательно подтверждают, что системная  $\beta$ -адренергическая стимуляция, реализуемая через увеличение ЧСС и усиление микроциркуляции, является одним из ключевых патогенетических механизмов в формировании интраоперационной кровопотери при липосакции у пациентов с ожирением. Целенаправленный фармакологический контроль сердечно-зависимого компонента регуляции кровотока с использованием  $\beta_1$ -селективного адреноблокатора позволяет поддерживать микроциркуляцию в физиологическом диапазоне, существенно снижать кровопотерю и повышать безопасность анестезиологического обеспечения.

### Методика анестезии при липосакции

Основной целью разработанной методики анестезиологического обеспечения липосакции у пациентов с ожирением является предотвращение адреналин-индуцированной тахикардии и микроциркуляторной гиперперфузии. Целевые показатели использования методики: срАД не <70 мм рт. ст., ЧСС 60–65 уд/мин, показатель М 16–20 у. е.

Интраоперационный контроль: мониторинг витальных функций, газового состава дыхательной смеси, BIS мониторинг, мониторинг периферической и центральной температуры тела, контроль темпа диуреза,

ЛДФ в стандартизированной зоне при фиксированных условиях контактного давления. Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции регистрируются до индукции, на фоне анестезии в момент инфильтрации тумесцентного раствора, на этапе активной липоаспирации, характеризующемся максимальной нагрузкой на сердечно-сосудистую систему.

Премедикация: за 10–15 минут до транспортировки пациента в операционную на сидячей каталке внутривенное введение мидазолама 0,5%-го раствора в дозе 0,1 мг/кг ОВТ.

Вводная анестезия: пропофол 1%–2,0–2,5 мг/кг ТВТ в сочетании с миорелаксантом рокурония бромидом в начальной дозе 1 мг/кг ТВТ, в поддерживающей дозе от 0,3 до 0,6 мг/кг ТВТ/ч.

Поддержание анестезии: титрование пропофола 1% в дозе 4–12 мг/кг ОВТ/ч по клиническим критериям и показателям глубины анестезии.

С целью аналгезии применяется фентанил в дозе 2 мкг/кг ТВТ, вводимый болюсно на этапе разреза и далее дробно по 1–2 мкг/кг ТВТ — каждые 20–30 минут.

Респираторная поддержка проводится из расчета 10 мл/кг сухой массы тела с поддержанием нормокапнии.

При устойчивом росте ЧСС  $\geq 90$  уд/мин, либо при увеличении показателя  $M > 20$ –22 у. е., начинается титруемое введение  $\beta_1$ -селективного адреноблокатора короткого действия. При наличии рисков выраженной стресс-реакции  $\beta_1$ -селективная блокада начинается во время интубации трахеи. Начальное введение препарата болюсное в дозе 500 мкг/кг в течение 1 минуты с последующей инфузией 12,5–50 мкг/кг/мин в соответствии с целевыми параметрами.

При тенденции к гипотензии (срАД  $< 70$  мм рт. ст.) оцениваются глубина анестезии и волемический статус (по гематокриту и темпу диуреза) с коррекцией инфузионной терапии на фоне снижения скорости инфузии эсмолола.

## ВЫВОДЫ

1. При использовании ингаляционной анестезии на фоне системной абсорбции адреналина при липосакции отмечаются более выраженная тахикардия и вариабельность срАД по сравнению с ТВА.
2. Ингаляционная анестезия, независимо от базового анестетика: севофлурана или десфлурана, при проведении липосакции приводит к формированию гиперперфузионного типа системной циркуляции, что проявляется увеличением показателя микроциркуляции в 1,75 раза и доли сердечного компонента спектра ЛДФ до 40 % общей мощности сигнала при одновременном снижении влияния эндотелиального и нейрогенного механизмов ауторегуляции сосудистого тонуса.
3. При использовании пропофола выявлено более сбалансированное распределение регуляторных механизмов сосудистого тонуса: показатель микроциркуляции сохраняется близким к исходным значениям (увеличение

не более чем на 30 %), вклад сердечного компонента не превышает 32 % при сохранении активности эндотелиального и нейрогенного факторов.

4. Основными факторами, способствующими увеличению интраоперационной кровопотери, являются тахикардия и капиллярная гиперперфузия. При увеличении ЧСС  $\geq 90$  уд/мин кровопотеря увеличивается в 1,5-2 раза. Увеличение показателя М на каждые 5 у.е. сопровождалось ростом кровопотери на 150-200 мл. Поддержание ЧСС до 60-80 уд/мин и уменьшение показателя микроциркуляции до 15-17 у. е. способствуют снижению кровопотери на 35-41% (в среднем с 800 мл до 480 мл,  $p < 0,01$ ).

5. Предложенная методика анестезии при проведении липосакции, основанная на сочетании ТВА с  $\beta_1$ -селективной адреноблокадой, обеспечивает стабильность функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и оптимальную микроциркуляцию при снижении объёма кровопотери на 45%.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

При анестезиологическом обеспечении липосакции у пациентов с ожирением следует учитывать системное действие адреналина, входящего в состав тумесцентного раствора. Для раннего выявления адреналин-индуцированной тахикардии и нарушения микроциркуляции рекомендуется интраоперационный мониторинг ЧСС, срАД и показателя М.

Поддержание ЧСС в пределах 60–65 уд/мин способствует снижению кровопотери и стабилизации микроциркуляции. Предпочтительным методом анестезии является ТВА на основе пропофола, обеспечивающая снижение кровопотери до 45 % и меньшую вариабельность функциональных показателей сердечно-сосудистой системы.

Для коррекции адреналин-индуцированной тахикардии рекомендуется применение эсмолола в дозе 500 мкг/кг с последующей инфузией 12,5–50 мкг/кг/мин под контролем ЧСС и срАД.

Мониторинг микроциркуляции методом ЛДФ целесообразно использовать как критерий адекватности анестезии. Поддержание показателя М в пределах 16–20 у. е. соответствует физиологическому уровню микрокровотока, тогда как повышение М выше 25 у. е. требует коррекции анестезиологической тактики.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ**

Результаты исследования подтверждают значимость индивидуализированного анестезиологического обеспечения при липосакции и обозначают направления для дальнейшего изучения.

Необходимо уточнить фармакокинетику и системное действие адреналина после инфильтрации тумесцентного раствора, а также связь его концентрации с показателями микроциркуляции у пациентов с разной массой тела и объёмом инфильтрации.

Требуется сравнительная оценка влияния различных анестетиков на микроциркуляцию и эндотелиальную функцию в условиях разной симпатической активности.

Целесообразно изучить взаимосвязь между микроциркуляцией и объёмом кровопотери с использованием комплексных методов мониторинга тканевого кровотока и оксигенации.

Перспективны мультицентровые клинические подтверждения эффективности предложенного протокола и разработка персонализированных программ модуляции сердечно-сосудистой системы для эстетической хирургии.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Гайдаров, А. Е.** Влияние методов общей анестезии при липосакции на величину интраоперационной кровопотери / А. Е. Гайдаров, А. В. Кулигин, Е. Е. Зеулина // Week of Russian science (WeRuS-2023) : Сборник материалов XII Всероссийской недели науки с международным участием, посвященной Году педагога и наставника, Саратов, 18–21 апреля 2023 года / редкол. : Н.А. Наволокин, А.М. Мыльников, А.С. Федонников. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, 2023. – 27-28 с. – EDN UJSQBC.
2. Кулигин, А. В. Анализ влияния тахикардии при липосакции на величину интраоперационной кровопотери в условиях общего обезболивания / А. В. Кулигин, **А. Е. Гайдаров**, Е. Е. Зеулина // Жизнеобеспечение при критических состояниях : Сборник тезисов XXV Всероссийской конференции с международным участием, Москва, 10–11 ноября 2023 года. – Москва: Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, 2023. – 11-12 с. – DOI 10.59043/9785605029601\_11\_2. – EDN KTQDKJ.
3. Кулигин, А. В. Влияние интраоперационной тахикардии при липосакции на объем кровопотери / А. В. Кулигин, **А. Е. Гайдаров**, Е. Е. Зеулина // Форум анестезиологов и реаниматологов России (ФАРР-2023) : Сборник тезисов XXI Съезда федерации анестезиологов и реаниматологов, Санкт-Петербург, 14–16 октября 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская общественная организация "Человек и его здоровье", 2023. – 152-153 с. – EDN CFQDNN.
4. Оптимизация гемодинамики во время общей анестезии у больных общехирургического профиля с сопутствующей патологией сердечно-сосудистой системы / А. В. Кулигин, Е. Е. Зеулина, А. М. Гурьянов, **А. Е. Гайдаров**. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского, 2023. – 207 с. – ISBN 978-5-7213-0862-8. – EDN IJWORF.
5. Гемодинамические осложнения при липосакции. Обзор литературы / Н. А. Петрунина, М. Н. Попова, **А. Е. Гайдаров** [и др.] // Week of Russian science (WeRuS-2024) : Сборник материалов XIII Всероссийской недели науки с

международным участием, посвященной Национальному дню донора, Саратов, 16–19 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, 2024. – 117-118 с. – EDN NKIDPK.

6. **Гайдаров, А. Е.** Липосакция: особенности анестезиологического обеспечения у пациентов с морбидным ожирением / А. Е. Гайдаров, И. С. Кузубова, А. В. Кулигин // Young people and science: results and perspectives : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых учёных с международным участием, Саратов, 25–27 ноября 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, 2024. – 299-301 с. – EDN QKLMLK.

7. **Липосакция: особенности анестезиологического обеспечения у пациентов с морбидным ожирением / А. Е. Гайдаров, А. В. Кулигин, А. Е. Положенков [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2025. – № 2. – 71 с. – DOI 10.17513/spno.33980. – EDN IENGW.**

8. **Гайдаров, А. Е.** Кровопотеря при липосакции с точки зрения анестезиолога / А. Е. Гайдаров, А. В. Кулигин, И. Г. Кобзарь // Актуальные вопросы медицины критических состояний : Сборник тезисов VII конгресса, Санкт-Петербург, 11–13 мая 2025 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Кью си», 2025. – 18 с. – EDN TONHKZ.

9. **Механизмы регуляции микроциркуляции при оперативных вмешательствах у пациенток в абдоминальной и пластической хирургии на фоне общего обезболивания / А. Е. Гайдаров, А. В. Кулигин, А. А. Мансурова, Е. Е. Зеулина // Современные проблемы науки и образования. – 2026. – № 5. – DOI:https://doi.org/10.17513/spno.34590.**

10. **Изменения функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и микроциркуляции у пациенток с ожирением при липосакции под влиянием системной абсорбции адреналина на фоне общей анестезии / А. Е. Гайдаров, А. В. Кулигин, Е. С. Семенова, И. Г. Кобзарь, Е. Е. Зеулина // Забайкальский медицинский вестник. – 2026. – №2. – 13-25 с.**

11. Патент на изобретение №2862785 от 26 мая 2026 г. «Способ профилактики кровопотери при липосакции». Патентообладатель: **Гайдаров, А. Е.**

### **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

Ас - сердечный механизм регуляции микроциркуляции

ВИЧ - вирус иммунодефицита человека

ВТЭО - венозные тромбоэмболические осложнения

ИВЛ - искусственная вентиляция легких

ИМТ - индекс массы тела

ЛДФ - лазерная доплеровская флоуметрия

М – показатель микроциркуляции

МАК - минимальная альвеолярная концентрация

МНОАР - Московское научное общество анестезиологов и реаниматологов

ОВТ – общий вес тела

срАД - среднее артериальное давление

T<sub>1</sub> - первая точка измерения ЛДФ до начала анестезии

T<sub>2</sub> — вторая точка измерения ЛДФ во время инфильтрации тумесцентного раствора в подкожно-жировую клетчатку;

T<sub>3</sub> — третья точка измерения ЛДФ во время липоаспирации.

ТВА – тотальная внутривенная анестезия

ТВТ – тощий вес тела

ЧСС - частота сердечных сокращений

ERAS - Enhanced Recovery After Surgery