

**МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ
ПРИ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ У ПАЦИЕНТОК
В АБДОМИНАЛЬНОЙ И ПЛАСТИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ
НА ФОНЕ ОБЩЕГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ**

Гайдаров А. Е., Кулигин А. В., Мансурова А. А., Зеулина Е. Е.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Российская Федерация, e-mail: zeulina@list.ru*

Дисфункция микроциркуляции усугубляет нарушения системной гемодинамики у пациенток в условиях операционного стресса. Учитывая изменения механизмов регуляции микроциркуляции, возможно прогнозировать вероятность развития органной дисфункции, выбирать методы профилактики. Цель исследования – выявить изменения механизмов регуляции микроциркуляции у пациенток хирургического профиля в ходе пластических и абдоминальных вмешательств на фоне общего обезболивания методом лазерной доплеровской флоуметрии. В исследование вошли 220 пациенток, которые в зависимости от вида операции были разделены на две группы. Группа I включала 100 пациенток, которым по поводу патологии органов брюшной полости были выполнены лапароскопические операции. Вторую группу составили 120 женщин с липосакцией среднего объема. Обезболивание проводилось на основе комбинированной анестезии с искусственной вентиляцией легких. Чрескожное исследование микроциркуляции проводили лазерным анализатором микроциркуляции кровотока и лимфотока «ЛАЗМА МЦ-1» («ЛАЗМА», Россия). До операции у всех отмечалась прямая зависимость показателя микроциркуляции от амплитуды дыхательных колебаний и флуксуций в эндотелиальном и нейрогенном диапазоне ($r = 0,815$ и $r = 0,717$). В начале анестезии показатель микроциркуляции зависел от дыхательных ритмов ($r = 0,608$), а амплитуда осцилляций в миогенном диапазоне соотносилась с нейрогенным компонентом ($r = 0,612$). Интраоперационно в группе I отмечались взаимозависимые изменения миогенного и эндотелиального компонентов микроциркуляции ($r = 0,494$), в группе II – преобладание влияния пассивного сердечного фактора контроля кровенаполнения микроциркуляторного русла ($r = 0,994$). На этапе пробуждения и в послеоперационном периоде пациенток обеих групп дыхательные колебания вновь превалировали в формировании постоянной составляющей перфузии ($r = 0,574$). В группе I изменения микроциркуляции отражали сохранение и поддержание перфузии тканей и зависели от наложения пневмоперитонеума. Спектрограмма пациенток группы II демонстрировала преобладание кардиоваскулярного фактора в компонентах микроциркуляции и зависела от абсорбции адреналина, применяемого в пластической хирургии.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия при анестезии, микроциркуляция, регуляторные механизмы.

**MECHANISMS OF MICROCIRCULATION REGULATION
DURING SURGICAL INTERVENTIONS IN FEMALE PATIENTS
UNDERGOING ABDOMINAL AND PLASTIC SURGERY
UNDER GENERAL ANESTHESIA**

Gaydarov A. E., Kuligin A. V., Mansurova A. A., Zeulina E. E.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saratov State Medical University named after
V. I. Razumovsky” of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Saratov, Russian Federation, e-mail: zeulina@list.ru*

Microcirculatory dysfunction exacerbates systemic hemodynamic disturbances in patients undergoing surgical stress. By considering changes in microcirculatory regulatory mechanisms, it is possible to predict the likelihood of organ dysfunction and select preventive methods. Study Objective. To identify changes in microcirculatory regulatory mechanisms in surgical patients undergoing plastic and abdominal procedures under general anesthesia using laser Doppler flowmetry. The study included 220 patients, divided into two groups based on the type of surgery. Group I included 100 patients who underwent laparoscopic surgery for abdominal organ pathology. Group II consisted of 120 women who underwent moderate-volume liposuction. Anesthesia was administered using combined anesthesia with artificial ventilation. A transcutaneous microcirculation study was

performed using a LAZMA MC-1 laser blood and lymph flow microcirculation analyzer (LAZMA, Russia). Preoperatively, all subjects demonstrated a direct correlation between microcirculation and the amplitude of respiratory oscillations and fluxmotions in the endothelial and neurogenic ranges ($r = 0.815$ and $r = 0.717$). At the onset of anesthesia, microcirculation was dependent on respiratory rhythms ($r = 0.608$), while the amplitude of myogenic oscillations correlated with the neurogenic component ($r = 0.612$). Intraoperatively, interdependent changes in the myogenic and endothelial components of microcirculation were observed in Group I ($r = 0.494$), while in Group II, the passive cardiac factor controlling microcirculatory blood flow was predominant ($r = 0.994$). During the awakening and postoperative periods, respiratory oscillations again dominated the constant component of perfusion in both groups ($r = 0.574$). In Group I, microcirculation changes reflected the preservation and maintenance of tissue perfusion and were dependent on the placement of pneumoperitoneum. The spectrogram of Group II patients demonstrated a predominance of cardiovascular factors in microcirculation components and was dependent on the absorption of adrenaline used in plastic surgery.

Keywords: laser Doppler flowmetry during anesthesia, microcirculation, regulatory mechanisms.

Введение

Изменения микроциркуляции – системный процесс адаптивной реакции организма в ответ на внешнее воздействие и внутренние функциональные изменения. Врачу анестезиологу-реаниматологу важно понимание изменений механизмов регуляции микроциркуляции (МРМ) в условиях оперативного вмешательства для определения путей защиты пациента от оперативной агрессии [1]. Дисфункция микроциркуляции, возникающая при проведении хирургического вмешательства, на фоне неэффективной защиты приводит к прогрессированию нарушений системной гемодинамики [2, 3]. Ориентируясь на изменения микроциркуляции у пациента в условиях операционного стресса, можно прогнозировать вероятность развития органной дисфункции и выбирать методы профилактики [4–6]. Исследований по изменениям механизмов микроциркуляции в условиях операционной агрессии у пациентов хирургического профиля недостаточно. Средства для наркоза, применяемые во время оперативных вмешательств, лекарственные средства влияют на механизмы микроциркуляции через симпатическую и парасимпатическую нервную систему, оказывая свое гемодинамическое действие на α - и β -адренорецепторы [7].

Наложение пневмоперитонеума во время операций сопровождается отрицательными влияниями на функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и микроциркуляцию. Операционная травма в сочетании с высоким внутрибрюшным давлением может привести к нарушениям микроциркуляции. Данной теме посвящено множество исследований, но некоторые патофизиологические механизмы воздействия интраоперационного пневмоперитонеума на механизмы микроциркуляции остаются невыясненными [4–6].

До настоящего времени не обнаружено статистически значимой разницы между показателями центральной, периферической гемодинамики и микроциркуляции у людей разного возраста и пола [8].

Ультразвуковая доплерография является непрямым методом оценки микроциркуляции в органе путем измерения линейной и объемной скоростей кровотока [9–

11]. Все больше распространение получает метод лазерной доплеровской флуометрии (ЛДФ), который используется для измерения объемной скорости кровотока и оценки состояния сосудов микроциркуляторного русла. Данный метод позволяет неинвазивно оценить уровень периферической перфузии, выявить особенности кровотока в микроциркуляторном звене, оценить механизмы его регуляции [12–14]. Неинвазивность метода, его доступность позволяют исследовать микроциркуляцию у коморбидных пациентов во время оперативных вмешательств в различных местах, подвергающихся внешним и внутренним воздействиям, помогает в определении степени влияния средств для наркоза, местных анестетиков, адреномиметиков [4, 7].

Цель исследования – выявить изменения механизмов регуляции микроциркуляции у пациенток хирургического профиля в ходе пластических и абдоминальных вмешательств на фоне общего обезболивания методом лазерной доплеровской флуометрии.

Материал и методы исследования

В исследование вошли 220 пациенток, которые в зависимости от вида оперативного вмешательства были разделены на две группы. Группы пациенток, сопоставимые по возрасту, полу, операционно-анестезиологическому риску, типу анестезии, имели различия по характеру оперативного вмешательства. Группа I включала 100 пациенток, которым по поводу патологии органов брюшной полости были выполнены лапароскопические оперативные вмешательства. Вторую группу составили 120 женщин с липосакцией среднего объема. Анестезиологическое обеспечение проводилось на основе комбинированной анестезии в условиях искусственной вентиляции легких.

Критерии включения в исследование: возраст 18–60 лет; женский пол; индекс массы тела 25–40; функциональная операбельность оценивалась по шкале Московского научного общества врачей – анестезиологов и реаниматологов, 1–2 степени.

Критерии невключения: онкологические заболевания; прием пероральных антикоагулянтов.

При проведении анестезии в обеих группах пациенток применялась комбинированная анестезия: премедикация на операционном столе осуществлялась внутривенным введением диазепама в дозе 5 мг и атропина сульфата в дозе 0,01 мг/кг. Индукция в анестезию проводилась с использованием гипнотика – пропофола (2 мг/кг), анксиолитика – диазепама (0,2–0,3 мг/кг), миорелаксация обеспечивалась рокуронием бромидом (0,6 мг/кг). Интубация трахеи осуществлялась после полной утраты сознания и миоплегии. Поддержание анестезии проводилось с использованием ингаляционного анестетика – севофлурана в режиме низкотоочной анестезии с потоком свежего газа 1,0 л/мин и концентрацией 3 % до достижения целевого значения 1 минимальной альвеолярной концентрации. Фентанил

вводился в дозе 1–2 мкг/кг каждые 30 мин, а поддержание миоплегии обеспечивалось рокуронием бромидом в дозе 0,1–0,2 мг каждые 30 мин. После проведения вводной анестезии и выполнения интубации трахеи пациентам, независимо от групп распределения, начинали искусственную вентиляцию легких в режиме принудительной вентиляции по давлению (Pressure control ventilation) наркозно-дыхательным аппаратом Drager Primus компании Drager (Германия) со следующими параметрами вентиляции: фракцией кислорода 35–40 %, дыхательным объемом 6–8 мл/кг, положительным давлением в конце выдоха 5–8 см вод. ст., соотношением вдоха к выдоху 1:1 и с частотой дыхания, достаточной для поддержания нормокапнии (35–45 мм рт. ст.).

Пациенткам группы I выполнялось лапароскопическое вмешательство – давление пневмоперитонеума от 8 до 12 мм рт. ст., при продолжительности операции до 30 мин. В группе II применяли влажную технику липосакции, с объемом инфильтрационного раствора содержащим адреналина гидрохлорида из расчета 1 мл 0,1 % р-ра на 1000 натрия хлорида 0,9 % [15]. После введения инфильтрационного раствора выдерживали время экспозиции – 30 мин, необходимое для вазоконстрикции.

Исследование микроциркуляции проводили лазерным анализатором микроциркуляции кровотока и лимфотока «ЛАЗМА МЦ-1» («ЛАЗМА», Россия) базовым световодным зондом. Датчик для регистрации данных устанавливали на кожу ладонной поверхности концевой фаланги II пальца кисти. Измерение проводили в течение 4 мин: двукратно в предоперационном периоде, трехкратно во время оперативного вмешательства и дважды в послеоперационном периоде. Исследовали показатель микроциркуляции (ПМ) в перфузионных единицах (пф. ед.), амплитуду колебания эндотелиальной природы (АЭ), амплитуду колебания нейрогенной природы (АН), амплитуду колебания миогенной природы (АМ), амплитуду колебания дыхательной природы (АД), амплитуду колебания сердечной природы (АС), показатель шунтирования (ПШ) в относительных единицах (отн. ед). Учитывались средние значения полученных показателей в каждом периоперационном периоде.

У всех пациентов в течение периоперационного периода проводились мониторинг основных функциональных показателей сердечно-сосудистой системы среднего артериального давления (АДс), электрокардиограммы, частоты сердечных сокращений (ЧСС).

При анализе полученных результатов использовали описательную, параметрическую и непараметрическую статистику, включая корреляционный анализ с коэффициентом ранговой корреляции Спирмена, большим, чем 0,1. В описании результаты приведены как $M \pm m$, где M – среднее арифметическое, m – стандартная ошибка среднего. Нормальность распределения проверялась с использованием критериев Колмогорова – Смирнова. В случаях, когда

распределение признаков соответствовало нормальному, применялся параметрический метод – t-критерий Стьюдента, при отличном от нормального распределении – критерий Манна – Уитни. Меж- и внутригрупповые различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Данные АДс и ЧСС (табл. 1) не имели существенных межгрупповых различий. У пациенток группы I реакция организма на операционный стресс на фоне адекватного общего обезболивания сопровождалась устойчивыми показателями системы кровообращения (АДс и ЧСС) (табл. 1) на всех этапах исследования. У пациенток группы II выявленные изменения демонстрировали интраоперационную перестройку сердечно-сосудистой системы несмотря на эффективные дозировки средств для наркоза. Повышения уровня АДс до $85,8 \pm 1,2$ и увеличение ЧСС до $86,7 \pm 8,7$, сохранялись в послеоперационном периоде на стадии пробуждения. При межгрупповом сравнении средние значения показателей сердечно-сосудистой системы (АДс и ЧСС в группе I составляло $75,0 \pm 7,04$ и $70,3 \pm 7,02$ соответственно, в группе II – $98,4 \pm 0,8$ и $98,3 \pm 1,2$ соответственно) только в интраоперационном периоде имели статистически значимую разницу между группами $p < 0,05$ (табл. 1).

Таблица 1

Изменение некоторых функциональных показателей
сердечно-сосудистой системы у пациенток обеих групп ($M \pm m$)

Показатель	Значение показателей на этапах исследования					
	До операции		Интраоперационно		После операции	
	Пациенты группы I (n = 100)	Пациенты группы II (n = 120)	Пациенты группы I (n = 100)	Пациенты группы II (n = 120)	Пациенты группы I (n = 100)	Пациенты группы II (n = 120)
АДс., мм рт. ст.	$86,8 \pm 7,8$	$88,5 \pm 8,1$	$75,0 \pm 7,04$	$98,4 \pm 0,8^*$	$88,6 \pm 1,0$	$85,8 \pm 1,2$
ЧСС, уд. мин	$72,4 \pm 8,0$	$75,4 \pm 16,3$	$70,3 \pm 7,02$	$98,3 \pm 1,2^*$	$88,5 \pm 9,7$	$86,7 \pm 8,7$

Примечание: АДс – среднее артериальное давление, ЧСС – число сердечных сокращений. * $p < 0,05$ – статистическая значимость различий между до- и интраоперационным этапом.

Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

В дооперационном периоде у пациенток обеих групп отмечалась прямая зависимость показателя микроциркуляции (ПМ) у пациенток группы I ПМ составлял $8,6 \pm 0,83$, группы II – $9,1 \pm 0,8$ пф. ед. соответственно, во II – от амплитуд колебаний дыхательной (у пациенток группы I АД составляла $0,3 \pm 0,03$, во II – $0,3 \pm 0,02$ пф. ед. соответственно) и осцилляций миогенной (у пациенток группы I АМ составляла $0,5 \pm 0,4$, во II – $0,6 \pm 0,05$ пф. ед.) и нейрогенной природы (у пациенток группы I АН составляла $0,4 \pm 0,04$, во II – $0,5 \pm 0,04$ пф. ед. соответственно) ($r = 0,815$ и $r = 0,717$). Зависимость ПМ от дыхательных ритмов ($r = 0,608$),

амплитуд колебаний миогенного АМ и нейрогенного АН ($r = 0,612$) механизмов сохранялась до вводного наркоза, а затем ослабевала (у пациенток группы I до $7,7 \pm 0,6$, в группе II – до $8,3 \pm 0,7$ пф. ед. соответственно) (табл. 2).

Таблица 2

Изменение показателей МРМ у пациентов обеих групп ($M \pm m$)

Показатель	Значение показателей на этапах исследования					
	До операции		Интраоперационно		После операции	
	Пациенты группы I (n = 100)	Пациенты группы II (n = 120)	Пациенты группы I (n = 100)	Пациенты группы II (n = 120)	Пациенты группы I (n = 100)	Пациенты группы II (n = 120)
ПМ, пф. ед.	$8,6 \pm 0,83$	$9,1 \pm 0,8$	$15,7 \pm 1,62^*$	$22,3 \pm 2,19^*$	$7,7 \pm 0,6$	$8,3 \pm 0,7$
АЭ, пф. ед.	$0,5 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,03$	$0,5 \pm 0,02$	$0,7 \pm 0,06$	$0,4 \pm 0,03$	$0,3 \pm 0,02$
АН, пф. ед.	$0,4 \pm 0,04$	$0,5 \pm 0,04$	$0,2 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,01$	$0,4 \pm 0,04$	$0,4 \pm 0,04$
АМ, пф. ед.	$0,5 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,05$	$0,2 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,02$	$0,3 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,03$
АД, пф. ед.	$0,3 \pm 0,03$	$0,3 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,01$	$0,1 \pm 0,001$	$0,3 \pm 0,03$	$0,3 \pm 0,03$
АС, пф. ед.	$0,4 \pm 0,5$	$0,5 \pm 0,04$	$0,3 \pm 0,03$	$1,1 \pm 0,1^*$	$0,5 \pm 0,4$	$0,7 \pm 0,06$
ПШ, отн. ед.	$1,1 \pm 0,8$	$0,9 \pm 0,5$	$1,2 \pm 0,12$	$2,2 \pm 0,2^*$	$1,3 \pm 0,13$	$1,1 \pm 0,1$

Примечание: ПМ – показатель микроциркуляции, пф. ед. – перфузионные единицы; АЭ, пф. ед. – амплитуда колебания эндотелиальной природы (перфузионные единицы); АН, пф. ед. – амплитуда колебания нейрогенной природы (перфузионные единицы); АМ, пф. ед. – амплитуда колебания миогенной природы (перфузионные единицы); АД, пф. ед. – амплитуда колебания дыхательной природы (перфузионные единицы); АС, пф. ед. – амплитуда колебания сердечной природы (перфузионные единицы); ПШ, отн. ед. – показатель шунтирования (относительные единицы). * $p < 0,05$ – статистическая значимость различий между до- и интраоперационным этапом.

Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

В ходе оперативных вмешательств у пациенток обеих групп отмечались взаимозависимые изменения амплитуды миогенных колебаний и амплитуды эндотелиальной природы ($r = 0,494$). В послеоперационном периоде на стадии пробуждения у всех женщин показатели амплитуды колебаний дыхательной природы ($0,3 \pm 0,03$ пф. ед. в обеих группах) превалировали в общем механизме регуляции микроциркуляции ($r = 0,574$) и напрямую влияли на него. Интраоперационно выявленная связь не прослеживалась в обеих группах, но определялось изолированное увеличение амплитуды колебаний сердечной природы до $1,1 \pm 0,1$ пф. ед., практически вдвое. У пациенток группы II показатель шунтирования находился в прямой взаимосвязи с АЭ ($0,7 \pm 0,06$ пф. ед.) и в обратной с АД ($0,1 \pm 0,001$ пф. ед.) и АМ ($0,2 \pm 0,02$ пф. ед.) в интраоперационном периоде. У пациенток группы I ПШ ($1,3 \pm 0,13$ пф. ед.) также находился в прямой взаимосвязи с АЭ ($0,4 \pm 0,03$ пф. ед.) и АС ($0,5 \pm 0,4$ пф. ед.) ($r = 0,725$), и в обратной с АД ($0,3 \pm 0,03$ пф. ед.) и АМ ($0,3 \pm 0,03$ пф. ед.) ($r = - 0,634$) в послеоперационном периоде на стадии пробуждения пациенток.

При исследовании результатов групп I и II средние значения ПМ имели статистически значимую разницу в интраоперационном периоде ($p < 0,05$) (табл. 2). Если до операции у пациенток обеих групп прослеживалось преобладание нейрогенного компонента в механизмах микроциркуляции ($p < 0,05$), то в интраоперационном периоде только у пациентов группы II проявлялось преобладающее влияние кардиального механизма ($p < 0,05$). В послеоперационном периоде у пациенток, независимо от характера оперативного вмешательства, нарастает влияние дыхательного механизма микроциркуляции, среди других составляющих микроциркуляции.

Полученные результаты исследования демонстрируют перестройку системы регуляции микроциркуляции на всех этапах периоперационного периода. Выявленные изменения характеризуются изменением баланса между активными и пассивными механизмами регуляции сосудистого тонуса. Преимущественное усиление роли сердечного компонента ($r = 0,994$) в общей структуре регуляции кровотока наблюдается в группе пациенток возможно вследствие инфильтрации жировой ткани адреномиметиком (временная экспозиция после введения местных анестетиков до начала самой липосакции составляет около 30 мин).

Выявленные изменения системы регуляции микроциркуляции у пациентов во время лапароскопических операций вероятно указывают как на реакцию организма женщин непосредственно на наложение пневмоперитонеума и эффект CO₂. Стабильная картина в основных функциональных показателях сердечно-сосудистой системы, преобладающая интраоперационно, может свидетельствовать о превалировании центральной регуляции микроциркуляции на фоне адекватного обезболивания и нейровегетативной защиты.

Заключение

Операционная агрессия оказывает влияние на механизмы микроциркуляции и зависит от характера оперативного вмешательства в абдоминальной и пластической хирургии, несмотря на адекватность общего обезболивания. Во время оперативного вмешательства на фоне общего обезболивания выделяется своей активностью только гемодинамический компонент механизмов регуляции микроциркуляции.

Выявленные изменения пациенток при абдоминальных операциях направлены на адаптацию механизмов микроциркуляции, к сохранению и поддержанию перфузии тканей в условиях пневмоперитонеума с учетом анестезиологической защиты. У пациенток во время лапароскопических вмешательств среди механизмов микроциркуляции нарастающей активностью выделяется сердечный компонент, что, возможно, связано с дополнительным воздействием медикаментозных средств, применяемых в ходе операции с целью снижения кровотоковости тканей.

Лазерная доплеровская флоуметрия позволяет в режиме реального времени оценивать изменения микроциркуляции, вызванные операционным стрессом на фоне общего обезболивания независимо от характера операции.

Выявленные изменения механизмов микроциркуляции на фоне операционного стресса и общего обезболивания указывают на дополнительные возможности влияния на компоненты микроциркуляции через лекарственные средства с кардиотропными эффектами в зависимости от клинической ситуации.

Список литературы

1. Кулигин А. В., Зеулина Е. Е. Микроциркуляция у больного в критическом состоянии // Клиническая физиология кровообращения. 2022. Т. 19. № 1. С. 82–89. URL: https://cfc-journal.com/catalog/detail.php?SECTION_ID = 24548&ID = 777166 (дата обращения: 09.01.2026). DOI: 10.24022/1814-6910-2022-19-1-82-89.
2. Дерюгина А. В., Данилова Д. А., Старателева Ю. А., Таламанова М. Н. Возраст-ассоциированные изменения функционального состояния микрогемодициркуляции // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2025. Т. 111 (1). С. 66–77. URL: <https://journals.eco-vector.com/0869-8139/article/view/682951> (дата обращения: 09.01.2026). DOI: 10.31857/S0869813925010046.
3. Wu S., Coombs D. M., Gurunian R. Liposuction: Concepts, safety, and techniques in body-contouring surgery // Cleveland Clinic Journal of Medicine. 2020. Vol. 87. Is. 6. P. 367–375. DOI: 10.3949/ccjm.87a.19097.
4. Ларичев А. Б., Рябов М. М., Смирнова А. В., Слободская Н. А. Особенности динамики показателей микроциркуляции крови при различных формах панкреонекроза // Смоленский медицинский альманах. 2024. № 4. С. 76–80. DOI: 10.37903/SMA.2024.4.21.
5. Лобанов Ю. С., Шаповалов К. Г. Влияние пневмоперитонеума на периферическую микроциркуляцию // Эндоскопическая хирургия. 2016. № 5. С. 28–31. DOI: 10.17116/endoskop201622528-31.
6. Лобанов Ю. С., Лобанов С. Л., Шаповалов К. Г. Изменения микроциркуляции при интраабдоминальной гипертензии в хирургии // Новости хирургии. 2018. Т. 26. № 4. С. 465–472. DOI: 10.18484/2305-0047.2018.4.465.
7. Коэн И. А., Устюгов А. Ю., Мантурова Н. Е. Влияние различных способов липосакции на культуральные свойства стволовых клеток жировой ткани // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. 2021. № 4. С. 47–52. DOI: 10.17116/plast.hirurgia202104147.

8. Андреева И. В., Григорьев А. С. Комплексное изучение возрастных особенностей центральной, периферической гемодинамики и микроциркуляции у лиц без сердечно-сосудистых заболеваний // Современные вопросы биомедицины. 2024. Т. 8. № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_2.
9. Власова Т. И., Власов Т. Д. Современные методы оценки микроциркуляции // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2024. Т. 23 (4). С. 5–21. DOI: 10.24884/1682-6655-2024-23-4-5-21.
10. Бочкарев М. С., Медведев А. С., Попова А. А., Федотенков Д. М. Метод лазерной доплеровской флоуметрии в оценке кожного окислительного метаболизма у пациентов с сердечно-сосудистыми и метаболическими рисками (обзор) // Смоленский медицинский альманах. 2024. № 2. С. 5–11. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn = zzymv&ysclid = mdk45nvbop406365072> (дата обращения: 20.03.2026). DOI: 10.37903/SMA.2024.2.1.
11. Сидоров В. В., Рыбаков Ю. Л., Гукасов В. М., Евтушенко Г. С. Система локальных анализаторов для неинвазивной диагностики общего состояния компартментов микроциркуляторно-тканевой системы кожи человека // Медицинская техника. 2021. Т. 6 (330). С. 4–6. URL: <http://www.mtjournal.ru/archive/2021/meditsinskaya-tekhnika-6/sistema-lokalnykh-analizatorov-dlya-neinvazivnoy-diagnostiki-obshchego-sostoyaniya-kompartmentov-mik> (дата обращения: 09.03.2026).
12. Тихомирова И. А., Коршунова А. А., Лемехова В. А. Возможности портативных лазерных анализаторов в оценке состояния микроциркуляции и ее регуляторных механизмов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2024. Т. 23. № 4 (92). С. 105–113. DOI: 10.24884/1682-6655-2024-23-4-105-113.
13. Давидович И. М., Корнеева Н. В., Ковалева Г. А., Федорченко Ю. Л. Микроциркуляция при сердечной недостаточности: состояние проблемы (обзор литературы) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2024. Т. 23 (12). С. 299–306. DOI: 10.15829/17288800-2024-4122.
14. Ладожская-Гапеенко Е. Е., Храпов К. Н. Возможности лазерной доплеровской флоуметрии с использованием ортостатической пробы в оценке функционального состояния микроциркуляции // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2020. Т. 19. № 3 (75). С. 39–45. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-3-39-45.
15. Иванов В. А., Велетнюк В. И. Липосакция: методы и какие осложнения могут возникнуть // Интегративные тенденции в медицине и образовании. 2025. Т. 1. С. 50–60. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id = 80585542> (дата обращения: 09.03.2026).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.