

© Team of authors, 2024 / © Коллектив авторов, 2024

3.3.3. Pathological physiology, 3.1.16. Plastic surgery, 1.5.22. Cell Biology /

3.3.3. Патологическая физиология, 3.1.16. Пластическая хирургия, 1.5.22. Клеточная биология

## Angiogenesis in the autologous adipose tissue graft after various methods of preoperative fat treatment in rats

M.V. Khlystalov <sup>1,2</sup>, S.E. Moroz <sup>1</sup>, I.V. Kastyro <sup>1,2</sup>, E.A. Lavrentieva <sup>1</sup>,  
S.S. Ibadullaeva <sup>1</sup>, I.B. Ganshin <sup>1</sup>, K.P. Shalamov <sup>2,5</sup>, V.I. Popadyuk <sup>3</sup>,  
M.G. Kostyaeva <sup>4</sup>, A.F. Kartasheva <sup>1</sup>, M.I. Barannik <sup>1</sup>, P.V. Sarygin <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plastic Surgery, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Department of Clinical Physiology and Non-Drug Therapy Methods, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Department of Otorhinolaryngology, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>4</sup>Department of Histology, Cytology and Embryology, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>5</sup>Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Contacts: Konstantin Pavlovich Shalamov – e-mail: snailik2001@mail.ru.

## Ангиогенез ауто трансплантата жировой ткани после различных методов предоперационной обработки жира у крыс

М.В. Хлысталов <sup>1,2</sup>, С.Е. Мороз <sup>1</sup>, И.В. Кастыро <sup>1,2</sup>, Э.А. Лаврентьева <sup>1</sup>,  
С.С. Ибадуллаева <sup>1</sup>, И.Б. Ганшин <sup>1</sup>, К.П. Шаламов <sup>2,5</sup>, В.И. Попадюк <sup>3</sup>,  
М.Г. Костяева <sup>4</sup>, А.Ф. Карташева <sup>1</sup>, М.И. Баранник <sup>1</sup>, П.В. Сарыгин <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кафедра пластической хирургии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

<sup>2</sup>Кафедра клинической физиологии и нелекарственных методов терапии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

<sup>3</sup>Кафедра оториноларингологии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

<sup>4</sup>Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

<sup>5</sup>ФГАОУ ВО Российский Университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

Контакты: Шаламов Константин Павлович – e-mail: snailik2001@mail.ru.

## 大鼠术前不同方法脂肪治疗后自体脂肪组织的血管生成

M.V. Khlystalov <sup>1,2</sup>, S.E. Moroz <sup>1</sup>, I.V. Kastyro <sup>1,2</sup>, E.A. Lavrentieva <sup>1</sup>,  
S.S. Ibadullaeva <sup>1</sup>, I.B. Ganshin <sup>1</sup>, K.P. Shalamov <sup>2,5</sup>, V.I. Popadyuk <sup>3</sup>,  
M.G. Kostyaeva <sup>4</sup>, A.F. Kartasheva <sup>1</sup>, M.I. Barannik <sup>1</sup>, P.V. Sarygin <sup>1</sup>

<sup>1</sup>俄罗斯人民友谊大学 整形外科系, 莫斯科, 俄罗斯

<sup>2</sup>俄罗斯人民友谊大学 临床生理学与非药物治疗系, 莫斯科, 俄罗斯

<sup>3</sup>俄罗斯人民友谊大学 耳鼻喉科系, 莫斯科, 俄罗斯

<sup>4</sup>俄罗斯莫斯科人民友谊大学组织学、细胞学和胚胎学系

<sup>5</sup>俄罗斯联邦人民友谊大学, 莫斯科, 俄罗斯

联系方式: Konstantin Pavlovich Shalamov – 电子邮件: snailik2001@mail.ru

The article presents studies of angiogenesis in the autologous adipose tissue graft after various methods of its preoperative processing (solid graft, fragmenting with a scalpel, fat homogenized using a Luer Lock syringe) in rats at 30, 90 and 180 days after lipofilling simulation. We found that the number of microcirculatory vessels (MCVs) in the recipient site after 30 days was significantly lower in the fragmented fat group ( $p < 0.05$ ) compared with the solid graft group ( $p < 0.05$ ). After 90 days, the lowest proportion of MCVs was in the homogenized fat group ( $p < 0.01$ ). At 180 days after simulated lipofilling, the highest number of MCVs was observed in the homogenized fat group compared with the fragmented fat group ( $p < 0.001$ ). In all groups, the proportion of MCVs decreased significantly from day 30 to day 180. The best vascularization of adipose tissue at 180 days after lipofilling simulation in rats was observed with the transplantation of homogenized fat.

**Key words:** lipofilling, fat graft, neoangiogenesis, microvasculature

**Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Funding.** There was no funding for this study

**For citation:** Khlystalov M.V., Moroz S.E., Kastyro I.V., Lavrentieva E.A., Ibadullaeva S.S., Ganshin I.B., Shalamov K.P., Popadyuk V.I., Drozdova G.A., Kostyaeva M.G., Kartasheva A.F., Barannik M.I., Sarygin P.V. **Angiogenesis in the autologous adipose tissue graft after various methods of preoperative fat treatment in rats. Head and neck. Russian Journal. 2024;12(3):57–62**

**Doi:** 10.25792/HN.2024.12.3.57-62

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

В статье представлены исследования ангиогенеза в аутотрансплантате жировой ткани после различных методов ее предоперационной обработки (солидный графт, измельчение скальпелем, гомогенизированный жир при помощи шприца Луэр лок) у крыс на сроках 30, 90 и 180 дней после проведения моделирования липофилинга. Показано, что через 30 дней число сосудов микроциркуляторного русла (МЦР) в реципиентном месте значимо было в группе с измельченным жиром ( $p < 0,05$ ) по сравнению с солидным графтом. Через 90 дней наименьшая доля сосудов МЦР была в группе гомогенизированного жира ( $p < 0,01$ ). Через 180 дней после моделирования липофилинга наибольшее число сосудов МЦР наблюдалось в группе гомогенизированного жира по сравнению с группой измельченного жира ( $p < 0,001$ ). Во всех группах доля сосудов МЦР с 30-го по 180-й дни достоверно уменьшалась. Наилучшая васкуляризация жировой ткани на сроке 180 дней после проведения моделирования липофилинга у крыс наблюдается после трансплантации гомогенизированного жира.

**Ключевые слова:** липофилинг, жировой графт, неангиогенез, микроциркуляторное русло

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Хлысталов М.В., Мороз С.Е., Кастыро И.В., Лаврентьева Э.А., Ибадуллаева С.С., Ганшин И.Б., Шаламов К.П., Попадюк В.И., Дроздова Г.А., Костяева М.Г., Карташева А.Ф., Баранник М.И., Сарыгин П.В. Ангиогенез аутотрансплантата жировой ткани после различных методов предоперационной обработки жира у крыс. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2024;12(3):57–62

**Doi:** 10.25792/HN.2024.12.3.57-62

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

该文章研究了大鼠在自体脂肪移植过程中，不同术前处理方法（包括实性移植、用手术刀粉碎、用鲁尔锁注射器均质化脂肪）对脂肪组织血管生成的影响，观察时间为脂肪移植术后30天、90天和180天。结果表明，术后30天时，与实性移植相比，粉碎脂肪组在移植部位的微循环血管数量显著增加 ( $p < 0.05$ )。90天时，均质化脂肪组的微循环血管比例最低 ( $p < 0.01$ )。而在180天时，与粉碎脂肪组相比，均质化脂肪组的微循环血管数量最高 ( $p < 0.001$ )。从30天到180天，各组的微循环血管比例均显著减少。研究表明，在脂肪填充建模后180天，均质化脂肪移植组展现了最佳的脂肪组织血管化效果。

**关键词:** 脂肪填充、脂肪移植、新生血管生成、微循环系统

**利益冲突:** 作者声明不存在利益冲突。

**资金支持:** 本研究未接受任何资助。

**引用格式:** Khlystalov M.V., Moroz S.E., Kastyro I.V., Lavrentieva E.A., Ibadullaeva S.S., Ganshin I.B., Shalamov K.P., Popadyuk V.I., Drozdova G.A., Kostyaeva M.G., Kartasheva A.F., Barannik M.I., Sarygin P.V. Angiogenesis in the autologous adipose tissue graft after various methods of preoperative fat treatment in rats. *Head and neck. Russian Journal.* 2024;12(3):57–62

**Doi:** 10.25792/HN.2024.12.3.57-62

作者对所提供数据的原创性以及插图材料（包括表格、图形和患者照片）的出版权限承担责任。

## Введение

Неоваскуляризация представляет собой сложный процесс, включающий согласованное взаимодействие между различными ангиогенными факторами, включая эндотелиальный фактор роста (ЭФР) и Ang-1. ЭФР считается основным стимулирующим фактором образования новых кровеносных сосудов из известных науке. Будучи мощным митогеном, он может стимулировать пролиферацию, миграцию и неоваскуляризацию эндотелиальных клеток [1, 2].

Кроме того, было также обнаружено, что ЭФР может регулировать метаболический гомеостаз в жировых тканях [3–7]. Таким образом, многие исследования подтверждают, что ЭФР может повысить выживаемость и качество жировых трансплантатов [8–10].

Пересадка жировой ткани, особенно целикового графта, не подразумевает пересадку на питающей ножке или создание последующего сосудистого анастомоза в реципиентном месте. Подобный дефицит сосудов влечет за собой ишемию, а затем и гипоксию.

Ишемия и последующая гипоксия провоцируют запуск механизмов апоптоза. Гипоксия приводит к некрозу, но одновременно с этим запускает ангиогенез в трансплантате. Некротизированная ткань, как правило, замещается соединительной тканью, в частности рубцом, и впоследствии может также васкуляризоваться. Вновь образованные сосуды питают трансплантат и вновь образованные из стромально-васкулярной фракции адипоциты [11, 12].

На сегодняшний день не вполне ясно, каким образом влияет метод обработки жировой ткани на ее ревааскуляризацию при проведении липофилинга.

**Цель исследования:** изучить ангиогенез в ауто трансплантатах жировой ткани после различных методов ее предоперационной обработки (солидный графт, измельчение скальпелем, гомогенизированный жир при помощи шприца Луэр лок) у крыс на сроках 30, 90 и 180 дней после проведения моделирования липофилинга.

## Материал и методы

Моделирование операций. В исследовании было изучено 50 половозрелых крыс-самцов линии Wistar. Контроль-негативную группу интактных животных составили 5 крыс, которым не проводили никаких манипуляций (1-я группа). Вторую группу составили 15 животных, которые входили в контроль-позитивную группу. Этим животным вводили 0,9% раствор хлорида натрия. В 3-й группе было задействовано 15 крыс, которым вводили ауто трансплантат цельной жировой ткани. Крысам данной группы в область холки через разрез длиной 5 мм вводили цельный, необработанный жировой ауто трансплантат, средняя масса которого в группе составила  $1,2 \pm 0,15$  мг. В 4-й группе 15 крысам проводили трансплантацию предварительно измельченной собственной жировой ткани. Крысам данной группы в область холки через разрез 0,5 см вводили предварительно измельченную скальпелем жировую ткань массой  $1,33 \pm 0,17$  мг. Размер вводимых жировых графтов был  $1 \times 2$  мм. В 5-й группе 15 крысам проводили инъекции собственной жировой ткани, предварительно обработанной с помощью насадки-измельчителя. Крысам данной группы через иглу 20G (D=1мм) в области холки внутривожно вводили препарат собственной жировой ткани. Объем одной инъекции составлял 0,25 мл, всего 6 инъекций на площадь 1 см<sup>2</sup>. Извлеченную из паховой области жировую ткань промывали охлажденным физиологическим раствором, после чего выкладывали на предметное стекло и разрезали на несколько частей. Разрезанную жировую ткань помещали в шприц Луэр лок (2 мл), который соединяли со вторым таким же шприцом посредством навинчивающейся насадки-измельчителя из хирургической стали (производ. «Microbeats», Китай). Насадка содержала съемный стальной фильтр, диаметр которого постепенно уменьшали с 2,4 до 0,2 мм. Жир прогоняли через насадку-измельчитель из одного шприца в другой нажатием на поршень шприца. Критерием готовности материала была его способность проходить через иглу шприца диаметром 0,6 мм. По окончании процедуры насадку-измельчитель отвинчивали и на ее место навинчивали иглу 0,6 мм для внутривожного введения биоматериала крысе. Всем крысам 2-й–5-й групп манипуляции проводили под общей анестезией путем изофлуранового наркоза (6%) в эксикаторе.

Забор материала и гистологическая техника. Через 30, 90 и 180 дней во 2-й–5-й группах пяти животным проводилась

гуманных эвтаназия токсичными дозами раствора Золетил 100 (20 животных на срок). Забирали кусок кожи с подлежащими тканями в области трансплантации аутожира размером  $1,5 \times 1,5 \times 0,7$  см. Ткани фиксировали в 10% растворе забуференного формалина, далее заливали парафином в специальные кассеты. Окрашивание срезов проводили гематоксилином и эозином, а также по Маллори стандартными методиками.

Статистический анализ. Данные обрабатывали в программном обеспечении Microsoft Excel, statistica 12.6, JASP 0.14.0.0. При сравнении данных экспериментальных групп между собой и с данными контрольных групп использовали критерий Манна–Уитни. Для каждого сравнения определяли свой уровень значимости ( $p < 0,001$  до  $0,05$ ).

## Результаты

Доля сосудов в области введения 0,9% раствора хлорида натрия в контроль-позитивной группе не отличалась от таковой в контроль-негативной группе.

Сравнение динамики изменения относительного числа сосудов микроциркуляторного русла (МЦР) внутри групп показало, что в 3-й группе, согласно U-критерию Манна–Уитни, на 90-й и 180-й дни после моделирования липофилинга значения этого показателя были значимо ниже, чем на 30-й день ( $p < 0,01$ ). В группе с измельченным жиром (4-я группа) процент числа сосудов МЦР был значимо ниже на 90-й ( $p < 0,01$ ) и на 180-й дни ( $p < 0,05$ ), чем на 30-й постоперационный день. В группе гомогенизированной жира (5-я группа) доля сосудов МЦР в месте липофилинга на 90-й день снизилась, по сравнению с 30-м днем ( $p < 0,001$ ). На 180-й день этот показатель был значимо выше, чем на 90-й день ( $p < 0,05$ ). Через 30 дней после моделирования липофилинга у животных экспериментальных групп доля сосудов МЦР была значимо выше по сравнению с группами контроля ( $p < 0,001$ ). Согласно критерию Манна–Уитни, у крыс 3-й группы доля сосудов в области имплантации жировой ткани была значимо ниже по сравнению с группой измельченного жира (4-я группа;  $p < 0,05$ , рис. 1, табл. 1).

Через 90 дней в контрольных группах число сосудов МЦР было значимо ниже, чем в 3-й группе ( $p < 0,01$ ), и выше, чем в 5-й группе ( $p < 0,05$ ). В группе измельченного жира данный показатель был значимо ниже, чем в группе целикового графта ( $p < 0,05$ ), и выше, чем в группе гомогенизированного жира ( $p < 0,01$ , рис. 1, табл. 1).

После 6-месячного постоперационного периода контрольные и экспериментальные группы по доли сосудов микроциркуляторного русла не различались. Согласно U-критерию Манна–Уитни, в 4-й группе значения этого показателя были достоверно ниже, чем в 3-й ( $p < 0,05$ ) и 5-й группах ( $p < 0,001$ , рис., табл.).

## Обсуждение

Многочисленные исследования показали, что жировая ткань является весьма активной в биологическом смысле видом соединительной ткани. Ее стромально-васкулярная фракция содержит мультипотентные мезенхимальные стволовые клетки (МСК) и большую популяцию клеток-прогениторов, в т.ч. и предшественников адипоцитов [13]. Возможности МСК жировой ткани выходят за рамки локальных влияний – стимуляция ангиогенеза, ремоделирование фиброзной ткани, стимуляция раневого заживления, модуляция воспалительного и иммунного ответов и др.

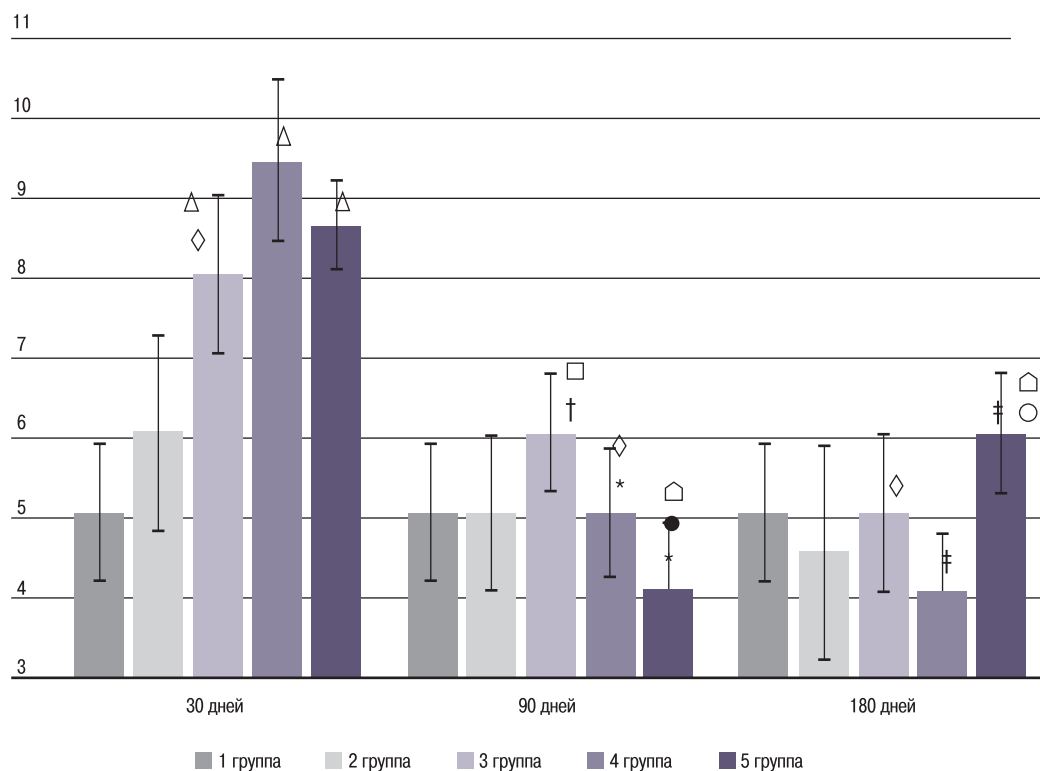


Рис. Сравнение изменений доли сосудов МЦР в области имплантата у крыс после моделирования липофилинга

Примечание: \* – различия между сроками в экспериментальных группах ( $p < 0,001$ ); † – различия между сроками в экспериментальных группах ( $p < 0,01$ ); ‡ – различия между сроками в экспериментальных группах ( $p < 0,05$ ); ◌ – различия между экспериментальными группами на разных сроках ( $p < 0,001$ ); • – различия между экспериментальными группами на разных сроках ( $p < 0,01$ ); ◊ – различия между экспериментальными группами на разных сроках ( $p < 0,05$ ); Δ – различия между интактной (1-й группой) и экспериментальными группами ( $p < 0,001$ ); ◻ – различия между интактной (1-й группой) и экспериментальными группами ( $p < 0,01$ ); ◌ – различия между интактной (1-й группой) и экспериментальными группами ( $p < 0,05$ ).

Figure. Comparison of changes in the MCV fraction in the implant area in rats after simulated lipofilling

Note: \* - differences between terms in experimental groups ( $p < 0.001$ ); † - differences between terms in experimental groups ( $p < 0.01$ ); ‡ - differences between terms in experimental groups ( $p < 0.05$ ); ◌ - differences between the experimental groups at different terms ( $p < 0.001$ ); • - differences between the experimental groups at different terms ( $p < 0.01$ ); ◊ - differences between the experimental groups at different terms ( $p < 0.05$ ); Δ - differences between the intact (group 1) and experimental groups ( $p < 0.001$ ); ◻ - differences between the intact (group 1) and experimental groups ( $p < 0.01$ ); ◌ - differences between the intact (group 1) and experimental groups ( $p < 0.05$ ).

На рисунке: дней = days, группа = group

Таблица. Доля сосудов МЦР после аутоаутогенной трансплантации жировой ткани  
Table. Fraction of MCVs after autologous adipose tissue grafting

Группы Group	Доля сосудов МЦР, % MCV fraction, %		
	30 дней 30 days	90 дней 90 days	180 дней 180 days
1-я группа Group 1	5,06±0,86		
2-я группа Group 2	6,05±1,22	5,06±0,97	4,55±1,33
3-я группа Group 3	8,05±0,99	6,06±0,74	5,05±0,99
4-я группа Group 4	9,45±1,03	5,05±0,8	4,05±0,75
5-я группа Group 5	8,65±0,55	4,05±0,88	6,05±0,76

По результатам гистологического исследования эпидермиса животных через 90 и 180 дней в дерме оценивали долю сосудов МЦР в %. В дерме опытных животных доля сосудов также возрастала. Число и площадь сально-волосяных комплексов в опытных группах было больше, возможно, за счет улучшения общих показателей кожи.

Подкожная жировая основа выявлялась практически у всех животных опытных групп при отдаленных сроках (кроме 1 животного 5-й группы на сроке 180 дней). Наилучшие показатели были определены в 3-й и 4-й опытных группах, где животным имплантировали внутривожно аутографт и жир, измельченный с помощью скальпеля. Возможно, при трансплантации жира в крупных фракциях аутографт не может быть достаточно обеспечен сосудами для обеспечения его кровоснабжения, а значит интеграцией с реципиентными тканями. Это приводит к некрозу [12], который мы описывали на ранних сроках исследования. Некроз и воспаление (повреждение) в области трансплантации, возможно, являются факторами, инициирующими дифференцировку и пролиферацию гетерогенного компонента стромально-васкулярной фракции жировой ткани в липобласты, фибробласты, эндотелиальные клетки и др. [11]. Следует отметить, что через 180 дней жировая ткань оказалась сохранна, хорошо васкуляризирована, с адипоцитами переменных размеров (в пределах нормы), что характерно для подкожной жировой основы.

## Заключение

Во всех группах доля сосудов МЦР с 30-го по 180-й дни достоверно уменьшалась. Наилучшая васкуляризация жировой ткани на сроке 180 дней после проведения моделирования липофилинга у крыс наблюдалась после трансплантации гомогенизированного жира.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Elebiyo T.C., Rotimi D., Evbuomwan I.O., et al. Reassessing vascular endothelial growth factor (VEGF) in anti-angiogenic cancer therapy. *Cancer Treat. Res. Commun.* 2022;32:100620;
2. Hoeben A., Landuyt B., Highley M.S., et al. Vascular endothelial growth factor and angiogenesis. *Pharmacol. Rev.* 2004;56:549–80.
3. Ballmer-Hofer K. Vascular Endothelial Growth Factor, from Basic Research to Clinical Applications. *Int. J. Mol. Sci.* 2018;19(12):3750.
4. Elias I., Franckhauser S., Ferre T., et al. Adipose tissue overexpression of vascular endothelial growth factor protects against diet-induced obesity and insulin resistance. *Diabetes.* 2012;61:1801–13.
5. Sung H.K., Doh K.O., Son J.E., et al. Adipose vascular endothelial growth factor regulates metabolic homeostasis through angiogenesis. *Cell Metab.* 2013;17:61–72.
6. Eelen G., de Zeeuw P., Treps L., et al. Endothelial Cell Metabolism. *Physiol. Rev.* 2018;98(1):3–58.
7. Apte R.S., Chen D.S., Ferrara N. VEGF in Signaling and Disease: Beyond Discovery and Development. *Cell.* 2019;176(6):1248–64.
8. Lu F., Li J., Gao J., et al. Improvement of the survival of human autologous fat transplantation by using VEGF-transfected adipose-derived stem cells. *Plast. Reconstr. Surg.* 2009;124:1437–46.
9. Topcu A., Aydin O.E., Ünlü M., et al. Increasing the viability of fat grafts by vascular endothelial growth factor. *Arch. Facial. Plast. Surg.* 2012;14(4):270–6.
10. Hu Y., Jiang Y., Wang M., et al. Concentrated Growth Factor Enhanced Fat Graft Survival: A Comparative Study. *Dermatol. Surg.* 2018;44(7):976–84.
11. Vasiliev V.S., Vasiliev S.A., Teryushkova Zh.I. et al. Mechanisms of biological action of various products based on autologous lipoaspirate and the possibility of their clinical application. *Genes and cells.* 2019;14(4):50. [Васильев В.С., Васильев С.А., Терюшкова Ж.И. и др. Механизмы биологического действия различных продуктов на основе аутологичного липоаспирата и возможности их клинического применения. *Гены и клетки.* 2019;14(4):50 (In Russ.).]
12. Vasiliev V.S., Manturova N.E., Vasiliev S.A., et al. Biological characteristics of adipose tissue. *Plastic surgery and aesthetic medicine.* 2019;2:33–42. [Васильев В.С., Мантурова Н.Е., Васильев С.А. и др. Биологическая характеристика жировой ткани. *Пластическая хирургия и эстетическая медицина.* 2019;2:33–42 (In Russ.).]
13. Khazaei S., Keshavarz G., Bozorgi A., et al. Adipose tissue-derived stem cells: a comparative review on isolation, culture, and differentiation methods. *Cell Tissue Bank.* 2022;23(1):1–16.

Поступила 22.05.2024

Получены положительные рецензии 22.08.24

Принята в печать 29.08.24

Received 22.05.2024

Positive reviews received 22.08.24

Accepted 29.08.24

**Вклад авторов.** М.В. Хлыстанов, С.Е. Мороз, И.В. Кастыро, И.Б. Ганьшин, В.И. Попадюк – разработка концепции и дизайна, обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи. Э.А. Лаврентьева, Г.А. Дроздова – разработка концепции и дизайна, анализ и интерпретация данных. И.В. Кастыро – окончательное утверждение для публикации рукописи. С.С. Ибадуллаева, М.В. Хлыстанов, К.П. Шаламов, С.Е. Мороз – анализ и интерпретация данных. К.П. Шаламов – редактирование рукописи, окончательное утверждение для публикации рукописи.

**Contribution of the authors.** M.V. Khlystanov, S.E. Moroz, I.V. Kastyro, I.B. Ganshin, V.I. Popadyuk – concept and design development, justification, verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript. E.A. Lavrentieva, G.A. Drozdova - concept and design development, data analysis and interpretation. I.V. Kastyro - final approval for publication of the manuscript. S.S. Ibadullaeva, M.V. Khlystanov, K.P. Shalamov, S.E. Moroz - data analysis and interpretation. K.P. Shalamov - editing of the manuscript, final approval for publication.

## Информация об авторах:

Хлыстанов Максим Владимирович – аспирант кафедры пластической хирургии ФНМО МИ, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: hlystalon@inbox.ru. ORCID: 0009-0002-6766-8323.

Мороз Светлана Евгеньевна – аспирант кафедры пластической хирургии ФНМО МИ, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: Dr.moroz.svetlana@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-3892-0596.

Кастыро Игорь Владимирович – д.м.н., профессор кафедры пластической хирургии, профессор кафедры клинической физиологии и нелекарственных методов терапии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: ikastyro@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6134-3080.

Лаврентьева Элина Автандиловна – аспирантка кафедры пластической хирургии ФНМО МИ, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: laveelina@ya.ru. ORCID: 0000-0002-1641-5863.

Ибадуллаева Светлана Сулеймановна – аспирантка кафедры пластической хирургии ФНМО МИ, Российский университет дружбы народов им.



П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: ibadullayeva00@gmail.com. ORCID: 0009-0006-9651-949X.

Ганьшин Игорь Борисович — д.м.н., доцент, заведующий кафедрой пластической хирургии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: gibdoc@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-5766-9416.

Шаламов Константин Павлович — студент VI курса, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: snalik2001@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0563-2694>.

Попадюк Валентин Иванович — д.м.н., профессор, декан ФНМО РУДН, заведующий кафедрой оториноларингологии, декан ФНМО МИ Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: popadyuk\_vi@pfur.ru. ORCID: 0000-0003-3309-4683.

Костяева Маргарита Гурьевна — к.б.н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: kostyaeva\_mg@pfur.ru. ORCID: 0000-0001-5182-0373.

Картасева Алла Федоровна — д.м.н., профессор кафедры пластической хирургии РУДН им. П. Лумумбы, 117198, Москва, ул. М.-Маклая, д.8, Kartasheva\_af@pfur.ru, ORCID: 0000-0002-8533-301X

Баранник Михаил Иванович — д.м.н., профессор кафедры пластической хирургии РУДН им. П. Лумумбы, 117198, Москва, ул. М.-Маклая, д.8, barannik\_mi@pfur.ru, ORCID: 0000-0002-6540-3252

Сарыгин Павел Валерьевич — д.м.н. профессор кафедры пластической хирургии РУДН им. П. Лумумбы, 117198, Москва, ул. М.-Маклая, д.8, sarygin\_pv@pfur.ru, ORCID: 0000-0003-3787-2147

#### Information about the authors:

Maxim Vladimirovich Khlystalov — Postgraduate Student of the Department of Plastic Surgery, Peoples' Friendship University of Russia. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: hlystalov@inbox.ru. ORCID: 0009-0002-6766-8323.

Svetlana Evgenievna Moroz — Postgraduate Student of the Department of Plastic Surgery, Peoples' Friendship University of Russia. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: Dr.moroz.svetlana@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-3892-0596.

Igor Vladimirovich Kastyro — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Plastic Surgery, Professor of the Department of Clinical Physiology and Non-Drug Therapy Methods, Peoples' Friendship University of Russia. Address:

6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: ikastyro@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6134-3080.

Elina Avtandilovna Lavrentieva — Postgraduate Student of the Department of Plastic Surgery, Peoples' Friendship University of Russia. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: laveelina@ya.ru. ORCID: 0000-0002-1641-5863.

Svetlana Suleymanovna Ibadullayeva — Postgraduate Student of the Department of Plastic Surgery, Peoples' Friendship University of Russia. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: ibadullayeva00@gmail.com. ORCID: 0009-0006-9651-949X.

Igor Borisovich Ganshin — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Plastic Surgery, Peoples' Friendship University of Russia. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: gibdoc@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-5766-9416.

Konstantin Pavlovich Shalamov — 6th year Medical Student, RUDN University. Address: Peoples' Friendship University of Russia. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: snalik2001@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0563-2694>.

Valentin Ivanovich Popadyuk — Doctor of Medical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Continuing Medical Education, Head of the Department of Otorhinolaryngology, Peoples' Friendship University of Russia. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: popadyuk\_vi@pfur.ru. ORCID: 0000-0003-3309-4683.

Margarita Kostyaeva — PhD, Ass.Professor, Department of Histology, Peoples' Friendship University of Russia. Address: 6 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: kostyaeva\_mg@pfur.ru. ORCID: 0000-0001-5182-0373.

Alla Fedorovna Kartasheva — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Plastic Surgery of the RUDN University, 117198, Moscow, st. M.-Maklaya, 8, Kartasheva\_af@pfur.ru, ORCID: 0000-0002-8533-301X

Ivanovich Barannik Mikhail — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Plastic Surgery of the RUDN University, 117198, Moscow, st. M.-Maklaya, 8, barannik\_mi@pfur.ru, ORCID: 0000-0002-6540-3252

Pavel Valerievich Sarygin — Doctor of Medical Sciences Professor of the Department of Plastic Surgery of the RUDN University, 117198, Moscow, st. M.-Maklaya, 8, sarygin\_pv@pfur.ru, ORCID: 0000-0003-3787-2147