

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 613.288: 664.3

DOI: 10.17816/pmj39166-73

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК ПОЛУЧЕНИЯ ЭМУЛЬГИРОВАННОГО ЖИРА («НАНОЖИРА»)

Н.И. Храмцова, С.А. Плаксин, Н.И. Гуляева, А.Ю. Соцков, Д.Н. Пономарев*

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия

MODIFICATION OF EMULSIFIED FAT (NANOFAT) OBTAINING PROCEDURES

N.I. Khrantsova, S.A. Plaksin, N.I. Gulyaeva, A.Yu. Sotskov, D.N. Ponomarev*

E.A. Vagner Perm State Medical University, Russian Federation

Цель. «Наножир» представляет собой однородную жировую эмульсию с минимальным числом адипоцитов и высоким содержанием клеток регенераторного ряда. Методика его получения предложена Р. Tonnard (2013). В связи с этим определена цель исследования – модификация методики посредством уменьшения количества используемых фильтров и числа пассажей через них.

Материалы и методы. Исследовано 16 образцов жира, аспирированных шприцевым способом с абдоминальной области.

Результаты. При использовании 1,2-миллиметрового фильтра с помощью 10 пассажей определяется минимальное число адипоцитов при сохранении фибробластоподобных клеток. При фильтрации через 1,4-миллиметровый трансфер, а далее сразу через «нанофильтр» определяются многочисленные остатки соединительной ткани, содержащей фибробластоподобные клетки. При фильтрации жировой ткани с помощью трансфера 1,4 мм 10 раз, затем с помощью «нанофильтра» 5 раз получена однород-

© Храмцова Н.И., Плаксин С.А., Гуляева Н.И., Соцков А.Ю., Пономарев Д.Н., 2022

тел. +7 902 476 94 31

e-mail: splaksin@mail.ru

[Храмцова Н.И. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения № 1; Плаксин С.А. (*контактное лицо) – профессор кафедры хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии и инвазивной кардиологии; Гуляева Н.И. – доцент кафедры гистологии, эмбриологии и цитологии; Соцков А.Ю. – студент VI курса; Пономарев Д.Н. – студент VI курса].

© Khrantsova N.I., Plaksin S.A., Gulyaeva N.I., Sotskov A.Yu., Ponomarev D.N., 2022

tel. +7 902 476 94 31

e-mail: splaksin@mail.ru

[Khrantsova N.I. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Public Health and Healthcare № 1; Plaksin S.A. (*contact person) – MD, PhD, Professor, Department of Surgery with Course of Cardiovascular Surgery and Invasive Cardiology; Gulyaeva N.I. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Histology, Embryology and Cytology; Sotskov A.Yu. – sixth year student; Ponomarev D.N. – sixth year student].

ная эмульгированная жировая ткань с высоким содержанием морфологически интактных адипоцитов, диаметр частиц которой позволяет вводить ее шприцом с тонкой иглой.

Выводы. Для получения «наножира» возможна оптимизация протокола фильтрации, предложенного P. Tonnard (2013), в зависимости от цели применения полученного липографта.

Ключевые слова. Жировая ткань, адипоциты, наножир, липофилинг, регенеративная медицина.

Nanofat is a homogeneous fat emulsion with a minimum number of adipocytes and a high content of regenerative cells. The procedure of its obtaining was proposed by P. Tonnard (2013).

Objective. To modify the procedure by reducing the number of filters and passages through them.

Materials and Methods. 16 samples of fat, aspirated by a syringe from the abdominal region were examined. Fat filtration was carried out through anaerobic fat transfers with an inner diameter of 1.4 mm and 1.2 mm, as well as an emulsifying filter (nanofat filter). The content of destroyed adipocytes and fibroblast-like cells was assessed.

Results. The 1.2 mm filter with 10 passages protocol provides determination of the minimal number of adipocytes while maintaining fibroblast-like cells. While filtrating through the 1.4 mm transfer, and then immediately through the “nanofat filter”, numerous connective tissue fibers with fibroblast-like cells are identified. When filtrating an adipose tissue using the 1.4 mm transfer 10 times, then – using “nanofat filter” 5 times, there was obtained a homogeneous fat emulsion with a high content of morphologically intact adipocytes, the particle diameter of which allows injecting with a thin needle syringe.

Conclusions. To obtain “nanofat”, it is possible to optimize the lipograft filtration protocol proposed by P. Tonnard (2013), depending on the purpose of using the obtained product.

Keywords. Adipose tissue, fat, nanofat, lipofilling, regenerative medicine.

ВВЕДЕНИЕ

Методика получения эмульгированного жира, «наножира» (nanofat), была впервые описана P. Tonnard et al. в 2013 г. Этот метод используется для подготовки жировой ткани к аутотрансплантации. Жировую ткань получают из подкожной жировой клетчатки методом липоаспирации (липосакции), затем специальным образом фильтруют через специальные анаэробные клеточные трансферы с постепенно уменьшающимся диаметром, а затем эмульгируют через специальную сетку. Полученный продукт, «наножир» (nanofat), по данным авторов, содержит минимальное количество жизнеспособных адипоцитов и большое количество колониеобразующих стромальных клеток с мультидифференцированным потенциалом [1]. Ввиду высокого содержания клеток регенераторного ряда, эмульгированный жир используется с косметической целью для коррекции рубцов, морщин,

дефектов кожи [2], а также с лечебной целью для закрытия небольших дефектов мягких тканей в тех случаях, когда наряду с волюмизирующим требуется регенераторный эффект, например, для заполнения свищей, последствий лучевых поражений и других дефектов мягких тканей [3].

Большинство протоколов, включая оригинальную методику P. Tonnard et al., описывают поочередную фильтрацию жира через каждый анаэробный клеточный фильтр 30 пассажами, то есть движениями поршня шприца, в результате которого липоаспират перемещается из одного шприца в другой через каждый фильтр, с постепенным уменьшением диаметра отверстий переходников [1]. На практике процесс поочередной фильтрации жира длительный, предполагает использование нескольких фильтров перед применением непосредственно эмульгирующей сетки, к тому же, с каждым пассажем возрастает вероятность травматизации клеток.

Цель исследования – оптимизировать алгоритм получения жировой эмульсии, определив возможности модификации методики P. Tonnard et al. (2013) путем исключения из процесса фильтрации липографта одного из фильтров и уменьшения количества пассажей через оставшиеся два.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование включало 16 образцов жира, аспирированных шприцевым способом с абдоминальной области под местной инфильтрационной анестезией раствором Кляйна. Применялись вакуумная и шприцевая методики липоаспирации канюлями диаметром 4 и 2,4 мм соответственно. Липоаспират собирался в анаэробных условиях и в течение 2–3 ч доставлялся в лабораторию. Для фильтрации жира применялись анаэробные клеточные трансферы с внутренним диаметром 1,4 и 1,2 мм, а также эмульсифицирующий фильтр, содержащий сетку с многочисленными ячейками с внутренним диаметром 0,5 мм («нанофильтр»). Подготовка липоасpirата к фильтрации через эмульсифицирующий фильтр включала фильтрацию через анаэробный клеточный трансфер с одним отверстием диаметром 1,4 мм либо 1,2 мм. Для определения оптимального, необходимого и достаточного режимов фильтрации исследование включало следующие протоколы: 10 либо 30 пассажей через один фильтр с одним отверстием, затем 5, 10, 20 либо 30 пассажей через эмульгирующий «нанофильтр». Фильтрация производилась до момента получения гомогенной жировой ткани. Итогом фильтрации в обоих случаях стала визуально идентичная однородная эмульгированная жировая эмульсия.

Анализ волюмизирующего потенциала липографта включал оценку количества и морфологических характеристик адипоци-

тов, для определения его регенераторного потенциала оценивали характеристики фибробластоподобных клеток (ФПК), то есть клеток, имеющих фенотип фибробласта. Среди последних выделяют три разновидности: крупные распластанные клетки с крупным ядром; клетки, напоминающие фибробласты и считающиеся наиболее зрелыми; клетки веретеновидной и округлой формы, которые рассматриваются как более молодые мезенхимальные стромальные клетки [4]. Также качественно оценивались характер распределения соединительной ткани в образцах и соединительнотканые перемычки между адипоцитами.

Мазки готовили из липоасpirата, нанося последний тонким слоем на предметное стекло, фиксировали их ацетоном с последующим окрашиванием по Май – Грюнвальду. Подсчет клеток производился при помощи микроскопа «Микмед-1». В каждой мазке осуществляли подсчет морфологически неповрежденных и разрушенных адипоцитов и фибробластоподобных клеток (ФПК), оценивали их процентное содержание. Для удобства подсчет в каждой мазке вели из расчета на 100 клеток.

Анализ полученных данных производился с помощью программы Microsoft Excel, использованы методы описательной статистики, в том числе средние величины и частоты данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По полученным ранее данным [5], при поочередной фильтрации жира с помощью фильтров 1,4 мм (30 раз), 1,2 мм (30 раз), затем «нанофильтра» (30 раз) в мазках практически отсутствовали соединительнотканые перемычки и остатки соединительной ткани. Адипоциты в большинстве случаев после длительной фильтрации теряли свою форму, имели морфологические признаки деструкции, в мазках определялся гомоген-

ный жир. Содержание неповрежденных адипоцитов составляло в итоге, по полученным ранее данным, в зависимости от количества пассажей, 4–16 %, фибробластоподобных клеток – 6–16 %, с постепенным уменьшением их числа после каждых 10 пассажей. Применение эмульсифицирующего («нано») фильтра привело к разрушению 56–78 % адипоцитов и 12–14 % фибробластоподобных клеток. При использовании фильтра с внутренним диаметром 1,4 мм, а затем сразу «нанопольтра», минуя фильтр диаметром

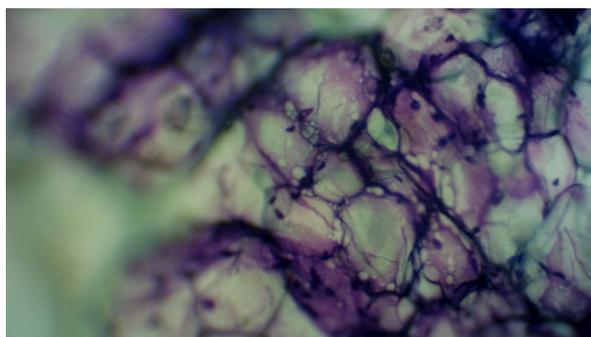
1,2 мм, получены следующие результаты (табл. 1).

В мазках заметно присутствие соединительной ткани в виде перемычек между комплексами оставшихся неповрежденными адипоцитов с морфологически неповрежденными фибробластоподобными клетками, располагающимися в соединительнотканых волокнах и находящимися в их структуре. Часть адипоцитов сохранила свою форму, однако большую часть занимал гомогенный жир (рис. 1).

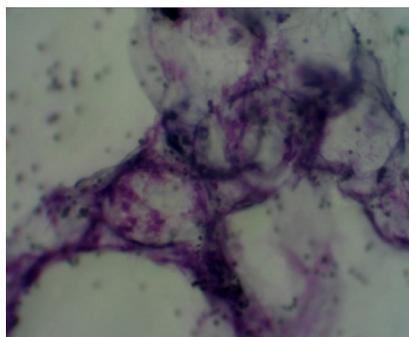
Таблица 1

Морфологические характеристики адипоцитов и фибробластоподобных клеток при использовании различного числа пассажей через 1,4-миллиметровый фильтр и «нанопольтра»

Критерий	1,4 мм – 10 пассажей, далее «нанопольтра» – 5 пассажей	1,4 мм – 10 пассажей, далее «нанопольтра» – 10 пассажей	1,4 мм – 30 пассажей, далее «нанопольтра» – 10 пассажей
Морфологически неповрежденные адипоциты, %	40	28	20
Морфологически разрушенные адипоциты, %	24	40	50
Морфологически неповрежденные фибробластоподобные клетки, %	24	20	16
Морфологически разрушенные фибробластоподобные клетки, %	12	12	14



а



б

Рис. 1. Морфологическая структура липографта: а – после фильтрации через 1,4 мм трансфер – 10 раз, «нанопольтра» 0,5 мм – 20 раз. Конгломерат адипоцитов с остатками соединительной ткани, в которой располагается большое количество морфологически целых фибробластоподобных клеток; б – после фильтрации через фильтр 1,4 мм – 30 раз, затем «нанопольтра» – 30 раз. Тонкие прослойки соединительной ткани с фибробластоподобными клетками

Если количество пассажей через фильтр 1,4 мм увеличить до 30 раз, а затем провести фильтрацию жира через «наночелюсть» 10 раз, то число морфологически целых адипоцитов составляет 20 %, однако морфологически целые фибробластоподобные клетки сохраняются в большом количестве – 18 %.

Таким образом, фильтрация через 1,4-миллиметровый фильтр, а далее через «наночелюсть» ведет к сохранению многочисленных остатков соединительной ткани в «наножире», содержащей в своей структуре фибробластоподобные клетки. Данный эффект сохранения прослоек соединительной ткани, содержащей ФПК от 16 до 24 %, в структуре липографта требует дальнейшего изучения, определения возможностей его эффективного применения с регенераторной целью.

В то же время необходимо отметить, что при фильтрации через фильтр 1,4 мм получен еще один вид жировой эмульсии: однородная эмульгированная жировая ткань, которую можно вводить шприцом с тонкой иглой, но при этом с высоким содержанием морфологически целых адипоцитов. Для данного протокола предпочтительно использовать филь-

рацию с помощью анаэробного клеточного трансфера с внутренним диаметром 1,4 мм 10 раз, затем – «наночелюстью» 5 раз.

При фильтрации жира изначально через фильтр 1,2 мм, а далее через эмульсифицирующий («нано») фильтр значительно снижается количество морфологически целых адипоцитов (табл. 2).

Почти в 100 % случаев определяются признаки разрушения адипоцитов, лежащих поодиночке. При возрастании количества пассажей через «наночелюсть» отмечается увеличение число разрушенных фибробластоподобных клеток (рис. 2, а). Оставшиеся неповрежденными единичные адипоциты лежат в основном в виде небольших конгломератов, вокруг которых определяются слабо выраженные прослойки соединительной ткани, которые могут сохраняться и при фильтрации через фильтр 1,2 мм – 30 раз, «наночелюсть» – 30 раз (рис. 2, б).

Таким образом, оптимальным по соотношению клеточного состава алгоритмом было проведение фильтрации липографта через 1,2-миллиметровый фильтр с помощью 10 пассажей, за счет чего сохраняется

Таблица 2

Морфологические характеристики адипоцитов и фибробластоподобных клеток при использовании различного числа пассажей через фильтр 1,2 мм и «наночелюсть»

Критерий	1,2 мм – 10 пассажей, далее «наночелюсть» – 10 пассажей	1,2 мм – 10 пассажей, далее «наночелюсть» – 20 пассажей	1,2 мм – 10 пассажей, далее «наночелюсть» – 30 пассажей	1,2 мм – 30 пассажей, далее «наночелюсть» – 10 пассажей	1,2 мм – 30 пассажей, далее «наночелюсть» – 20 пассажей	1,2 мм – 30 пассажей, далее «наночелюсть» – 30 пассажей
Морфологически целые адипоциты, %	28	8	4	20	8	0
Морфологически разрушенные адипоциты, %	40	56	68	44	66	76
Морфологически целые фибробластоподобные клетки, %	20	16	10	28	10	8
Морфологически разрушенные фибробластоподобные клетки, %	12	20	18	8	16	16

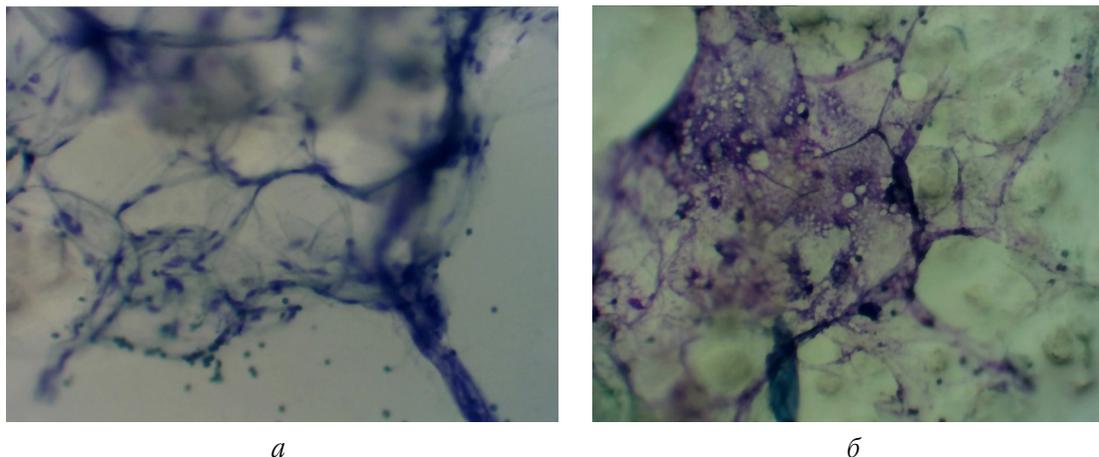


Рис. 2. Морфологическая структура липографта после фильтрации: а – через фильтр 1,2 мм – 10 раз, затем «нанопористый фильтр» – 10 раз. Разрушенные адипоциты, лежащие поодиночке; б – через фильтр 1,2 мм – 30 раз, затем «нанопористый фильтр» – 30 раз. Гомогенный жир. Сохранены тонкие перемычки соединительной ткани

жизнеспособным оптимальное число фибробластоподобных клеток, а затем при помощи «нанопористого фильтра» 20 пассажами, за счет чего разрушаются «ненужные» адипоциты, соблюдается оптимальный баланс минимального количества адипоцитов при сохранении фибробластоподобных клеток.

В эмульгированном «наножире» содержание жизнеспособных адипоцитов минимально, что подтверждается результатами текущего исследования и данными литературы [1]. В то же время жировая эмульсия содержит достаточное количество жизнеспособных клеток регенераторного ряда, в том числе фибробластоподобных клеток, по данным этой работы, а также мезенхимальных стромальных клеток, клеток стромально-васкулярной фракции и факторов роста – по данным литературы [1]. Исходя из указанного соотношения адипоцитов и клеток регенераторного ряда, применение жировой эмульсии («наножира») нецелесообразно для заполнения больших объемов мягких тканей. Использование его показано в тех случаях, когда основным ожидаемым эффектом от аутотрансплантации служит

регенераторный: для коррекции рубцов и заполнения небольших дефектов мягких тканей с исходно низким регенераторным потенциалом, а также с эстетической целью [3].

По данным Р. Tonnard et al. (2013), количество жизнеспособных стволовых клеток варьировалось от 1,9 до 3,0 (10^6) на 100 мл липоасpirата, независимо от метода обработки жировой ткани и при переходе от фильтра к фильтру [1]. В работе В.С. Васильева и соавт. [6] выявлены схожие данные: в гистологических мазках, полученных при использовании фильтра 1,2 мм и «нанопористого фильтра», содержались клеточные конгломераты диаметром менее 0,5 мм, которые характеризовались уменьшением соотношения целых адипоцитов к остальным клеткам и разрушением тканевой структуры в процессе фильтрации. Однако для получения «наножира» авторы использовали 50-кратные пассажи жира, предварительно обработанного через фильтры 1,4 и 1,2 мм [6].

Osinga et al. (2015) продемонстрировали отсутствие влияния числа пассажей в рамках фильтрации через один анаэробный клеточный трансфер на число клеток стромально-васкулярной фракции [7].

В исследовании X. Chen et al. (2020) сравнивали три протокола получения эмульгированного жира, в результате отмечено, что меньший диаметр фильтра создает более высокую механическую силу сдвига, которая разрушает большее количество жировых клеток во время процедуры эмульгирования, тем самым снижая жизнеспособность стволовых клеток из стромально-васкулярной фракции. «Наножир», полученный из 2-миллиметрового анаэробного клеточного трансфера, имел лучший эффект на омоложение кожи, чем 1,5-миллиметровые и 1,1-миллиметровые коннекторы [8].

Данные, полученные в текущей работе, подтверждают результаты исследований о том, что увеличение числа пассажей внутри одного анаэробного клеточного трансфера приводит к усилению травматизации адипоцитов и фибробластоподобных клеток. Также разработаны протоколы получения однородной жировой эмульсии с различными вариантами клеточного состава, включающие использование одного анаэробного клеточного трансфера перед применением эмульгирующего «нанопористого» и уменьшения числа пассажей через каждый из них.

Выводы

1. Для получения «наножира» возможна оптимизация протокола фильтрации липографта с использованием одного анаэробного клеточного трансфера с внутренним диаметром 1,2 мм с помощью 10 пассажей, за счет чего сохраняется необходимое соотношение минимального числа адипоцитов при сохранении фибробластоподобных клеток.

2. Фильтрация через анаэробный клеточный трансфер с внутренним диаметром 1,4 мм, а далее через «нанопористый» ведет к сохранению многочисленных остатков соединительной ткани, содержащей фибробластоподобные клетки, что требует дальнейшего изучения с целью определения

возможностей его эффективного применения с регенераторной целью.

3. В то же время получен еще один вид липографта, однородная эмульгированная жировая ткань с высоким содержанием морфологически интактных адипоцитов, диаметр частиц которой позволяет вводить ее шприцом с тонкой иглой. Для этого производят фильтрацию жировой ткани с помощью анаэробного клеточного трансфера с внутренним диаметром 1,4 мм 10 раз, затем – с помощью «нанопористого» 5 раз.

Библиографический список

1. *Tonnard P., Verpaele A., Peeters G., Hamdi M., Cornelissen M., Declercq H.* Nanofat grafting: basic research and clinical applications. *Plast Reconstr Surg* 2013; 132 (4): 1017–1026.
2. *Sesé B., Javier M., Ortega B., Matas-Palau A., Lull R.* Nanofat Cell Aggregates: A Nearly Constitutive Stromal Cell Inoculum for Regenerative Site-Specific Therapies. *Plast Reconstr Surg* 2019; 144 (5): 1079–1088.
3. *Vasilyev V., Vasilyev S., Vazhenin A., Teryushkova Z., Vasilyev Y., Vasilyev I., Semyonova A., Dimov G., Lomakin E.* An Algorithm for Treatment of Radiation-Induced Soft Tissue Damage with Products Based on Autologous Adipose Tissue. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2018; 6 (9): 155–156.
4. *Pascucci L., Mercati F., Marini C., Ceccarelli P., Dall'Aglio C., Pedini V., Gargiulo A.M.* Ultrastructural morphology of equine adipose-derived mesenchymal stem cells. *Histol Histopathol* 2010; 25 (10): 1277–1285.
5. *Kbramtsova N., Plaksin S., Sotskov A., Ponomarev D.* Anaerobic fat transfers and emulsifiers for autologous fat grafting. *Medical Measurements and Applications, MeMeA. Symposium Proceedings (SCOPUS) 2020.*
6. *Васильев В., Васильев С., Терюшкова Ж., Васильев Ю., Васильев И., Еремин И., Димов Г., Ломакин Е.* Механизмы биологического действия различных продуктов на ос-

нове аутологичного липоасpirата и возможности их клинического применения. Материалы IV Национального конгресса по регенеративной медицине 2019; 6 (9): 50.

7. *Osinga R., Menzi N.R., Tchang L., Caviezel D., Kalbermatten D.F., Martin I., Schaefer D.J., Scherberich A., Largo R.D.* Effects of intersyringe processing on adipose tissue and its cellular components: implications in autologous fat grafting. *Plastic and reconstructive surgery* 2015; 135 (6): 1618–1628.

8. *Chen X., Hong S., Hong F., Yang B., Tong C., Zhang J.* Mechanical emulsification of lipoaspirate by different Luer-Lok connector changes the viability of adipose derived stem cells in Nanofat. *J Plast Surg Hand Surg* 2020; 54 (6): 344–351.

REFERENCES

1. *Tonnard P., Verpaele A., Peeters G., Hamdi M., Cornelissen M., Declercq H.* Nanofat grafting: basic research and clinical applications. *Plast Reconstr Surg* 2013; 132 (4): 1017–1026.

2. *Sesé B., Javier M., Ortega B., Matas-Palau A., Llull R.* Nanofat Cell Aggregates: A Nearly Constitutive Stromal Cell Inoculum for Regenerative Site-Specific Therapies. *Plast Reconstr Surg* 2019; 144 (5): 1079–1088.

3. *Vasilyev V., Vasilyev S., Vazhenin A., Teryushkova Z., Vasilyev Y., Vasilyev I., Semyonova A., Dimov G., Lomakin E.* An Algorithm for Treatment of Radiation-Induced Soft Tissue Damage with Products Based on Autologous Adipose Tissue. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2018; 6 (9): 155–156.

4. *Pascucci L., Mercati F., Marini C., Caccarelli P., Dall'Aglio C., Pedini V., Gargiulo A.M.*

Ultrastructural morphology of equine adipose-derived mesenchymal stem cells. *Histol Histopathol* 2010; 25 (10): 1277–1285.

5. *Kbramtsova N., Plaksin S., Sotskov A., Ponomarev D.* Anaerobic fat transfers and emulsifiers for autologous fat grafting. *Medical Measurements and Applications, MeMeA. Symposium Proceedings (SCOPUS) 2020.*

6. *Vasilyev V., Vasilyev S., Teryushkova Z., Vasilyev Y., Vasilyev I., Eremin I., Dimov G., Lomakin E.* Mechanisms of biological action various products based on Autologous lipoaspirate and the possibilities of their clinical application. *Materials of the IV National congress on regenerative medicine* 2019; 6 (9): 50 (in Russian).

7. *Osinga R., Menzi N.R., Tchang L., Caviezel D., Kalbermatten D.F., Martin I., Schaefer D.J., Scherberich A., Largo R.D.* Effects of intersyringe processing on adipose tissue and its cellular components: implications in autologous fat grafting. *Plastic and reconstructive surgery* 2015; 135 (6): 1618–1628.

8. *Chen X., Hong S., Hong F., Yang B., Tong C., Zhang J.* Mechanical emulsification of lipoaspirate by different Luer-Lok connector changes the viability of adipose derived stem cells in Nanofat. *J Plast Surg Hand Surg* 2020; 54 (6): 344–351.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 10.10.2021

Одобрена: 10.12.2021

Принята к публикации: 01.02.2022

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Совершенствование методик получения эмульгированного жира («наножира») / Н.И. Храмова, С.А. Плаксин, Н.И. Гуляева, А.Ю. Соцков, Д.Н. Пономарев // Пермский медицинский журнал. – 2022. – Т. 39, № 1. – С. 66–73. DOI: 10.17816/pmj39166–73

Please cite this article in English as: Khramtsova N.I., Plaksin S.A., Gulyaeva N.I., Sotskov A.Yu., Ponomarev D.N. Modification of emulsified fat (nanofat) obtaining procedures. *Perm Medical Journal*, 2022, vol. 39, no. 1, pp. 66–73. DOI: 10.17816/pmj39166–73