

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Лебедева С.В., Теплюк Н.П., Новоселов В.С.

## Современные возможности высокочастотных токов радиоволнового диапазона в эстетической медицине

Кафедра кожных и венерических болезней им В.А. Рахманова ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, г. Москва, Россия

Радиоволновое воздействие на биологические ткани вызывает большой интерес у практикующих дерматологов, косметологов и пластических хирургов. В статье приведены современные представления о радиоволновой терапии в решении различных вопросов, относящихся к инволюционным изменениям кожи лица и шеи. Осуществлён обзор литературы физических аспектов высокочастотного тока радиоволнового диапазона. Подробно рассмотрены тепловой и осцилляционный эффекты радиочастотного воздействия на биологические ткани, обоснован механизм данных эффектов на клеточном уровне. Описаны первичные мишени воздействия высокочастотных токов в коже, их влияние на физико-химические свойства коллагена и одноклеточные организмы. Изложен механизм импульсных и непрерывных радиоволновых технологий и возможности их применения во врачебной практике. Описаны виды малоинвазивных и неинвазивных электродов, где выбор диаметра электрода определяет терапию конкретных клинических случаев. Представлен многофункциональный малоинвазивный радиочастотный прибор Иннофилл с игольчатым и канюльным активными электродами. Рассмотрены технические характеристики и режимы воздействия прибора. Выделены особенности электрода-канюли и возможности его применения в решении различных дерматологических и косметологических проблем. Дано гистологическое исследование, где применялась сочетанная методика использования радиоволнового метода Иннофилл совместно с введением филлера на основе гиалуроновой кислоты. Отмечалось изменение количества коллагеновых и эластиновых волокон, оценивалось распределение филлера в тканях сразу после введения, через 30 и 60 с радиочастотного воздействия и после 30 с радиочастотного воздействия в туннельной технике с образованием коллагенового канала. Окраску гистологического материала выполняли гематоксилином и эозином, трихромом по Массону и Ван-Гизону. Были доказаны высокая эффективность, безопасность и пролонгированный эффект от данного воздействия.

**Ключевые слова:** радиочастота; радиоволновой лифтинг; омоложение кожи; неоколлагенез.

**Для цитирования:** Лебедева С.В., Теплюк Н.П., Новоселов В.С. Современные возможности высокочастотных токов радиоволнового диапазона в эстетической медицине. *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2019; 22(5–6): 192–198.

*Финансирование.* Исследование не имело спонсорской поддержки.  
*Конфликт интересов.* Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 20.01.2020  
Принята к печати 28.02.2020

Lebedeva S.V., Teplyuk N.P., Noveselov V.S.

## Modern possibilities of high frequency radio wave currents in aesthetic medicine

Department of Skin and Venereal Diseases of I.M. Sechenov first Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation

The radio wave effect on biological tissues is of great interest to dermatologists, cosmetologists, and plastic surgeons. The modern information about radio wave therapy of involutational changes of face and neck skin is shown. A literature review of the physical aspects of the high-frequency current of the radio wave range is presented. The thermal and oscillation effects of radio frequency (RF) on biological tissues are shown, the mechanism of these effects at the cellular level is described. Primary targets of high-frequency currents exposure in the skin, their effect on the physicochemical properties of collagen and unicellular organisms are described. The mechanism of pulsed and continuous radio wave technologies and the possibility of their use in medical practice are described.

Types of minimally invasive and non-invasive electrodes, when the choice of electrode diameter determines the therapy of specific clinical cases, are shown. The multifunctional minimally invasive RF device Innofill with needle and cannula active electrodes is presented. The technical characteristics and exposure modes of the device are considered. The features of the cannula electrode and the possibilities of its use in solving various dermatological and cosmetic problems are highlighted.

A histological study of a combined technique of the Innofill radio wave method with the filler based on hyaluronic acid, was performed. A change in the amount of collagen and elastin fibers was noted. The distribution of the filler in the tissues was evaluated after the injection of the filler based on hyaluronic acid, after 30

and 60 seconds of RF exposure and after 30 seconds of RF exposure in a tunnel technique with the formation of a collagen channel. Histological material was stained with hematoxylin-eosin, Masson and Van Gieson trichrome. High efficiency, safety and prolonged effect of this exposure were described.

**Key words:** radio frequency; frequency radio lifting; skin rejuvenation; neocollagenesis.

**For citation:** Teplyuk N.P., Noveselov V.S., Lebedeva S.V. Modern possibilities of high frequency radio wave currents in aesthetic medicine. *Russian Journal of Skin and Venereal Diseases (Rossiyskii Zhurnal Kozhnykh i Venericheskikh Boleznei)*. 2020; 22(5–6): 192-198. (in Russian)

*Acknowledgments.* The study had no sponsorship.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

Received 20 Jan 2020

Accepted 28 Febr 2020

Одной из ведущих проблем современности является улучшение качества жизни человека, как физической, так и эстетической её составляющей [1, 2]. На сегодняшний день популярны аппаратные методы омоложения, основанные на применении высокочастотного тока радиоволнового диапазона [3].

Радиочастота (*англ.*: radio frequency, RF) – это параметр неионизирующего электромагнитного излучения из диапазона радиоволн, которое обладает высокой степенью проникновения в биологические ткани.

Радиоволновое воздействие способствует лифтингу кожи лица и шеи путём влияния на структурно-функциональные и метаболические изменения на тканевом, клеточном и субклеточном уровнях [3–5]. В зависимости от частоты, формы радиоволны и мощности в тканях происходят различные процессы, начиная от стимуляции пролиферации клеток и заканчивая коагуляционным некрозом [3, 4, 6, 7].

Частота радиоволновых приборов варьирует от 1 до 6 МГц. Чем выше частота, тем меньше глубина проникновения волны. Таким образом, при высокой частоте (4–6 МГц) значительная часть энергии поглощается эпидермисом, практически не доходя до дермы. Совсем другие возможности обеспечивают приборы с более низкой частотой (1 МГц), при которой энергия преодолевает эпидермис и её большая часть поглощается дермой. Мощность радиочастотных аппаратов варьирует от 1 до 50 Вт. Чем больше мощность, тем более выраженным будет эффект воздействия [6].

Различают два основных эффекта от воздействия радиочастотного тока – тепловой, который возникает вследствие преобразования электрической энергии в тепловую, и специфический (осцилляторный или

экстратермический), при котором происходит колебание электрически заряженных частиц [3, 6, 8–11].

Оптимальный уровень гидратации кожи и физиологичный температурный режим воздействия (44–53 °С) обеспечивают стимуляцию пролиферативных процессов, синтеза коллагена в дерме и подкожно-жировой клетчатке, приводящих к регенерации и лифтингу кожи [12–15]. При температуре более 60 °С возможно развитие осложнений – структурных изменений в тканях человека (см. **таблицу**), приводящих к денатурации протеинов и их коагуляции с последующим некрозом и фиброзированием [3, 6, 8, 9].

В основе тока проводимости лежит осцилляторный эффект, характеризуется совокупностью изменений в организме, вызванных воздействием переменного электромагнитного поля высокой и сверхвысокой частоты и не связанных с действием тепла, образуемого в тканях. При этом происходит колебание и соударение электрически заряженных

#### Классификация теплового воздействия на ткани в зависимости от температуры [41]

Температура, °С	Действие на биоткани
До 37	Необратимые повреждения отсутствуют
40–45	Активация ферментов, образование отёков, изменение мембран
60	Денатурация протеинов, коагуляция и начало некроза
80	Денатурация коллагена, дефекты мембраны
100	Обезвоживание
Выше 150	Обугливание
Выше 300	Испарение

#### Для корреспонденции:

Лебедева Серафима Викторовна, аспирант кафедры кожных и венерических болезней им. В.А. Рахманова ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, г. Москва, Россия. E-mail: simona.n@mail.ru

#### For correspondence:

Serafima V. Lebedeva, postgraduate student of Department of Skin and Venereal Diseases of I.M. Sechenov first Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation. E-mail: simona.n@mail.ru

#### Information about authors:

Teplyuk N.P., <https://orcid.org/0000-0002-5800-4800>; Noveselov Victor, <https://orcid.org/0000-0003-3067-8915>

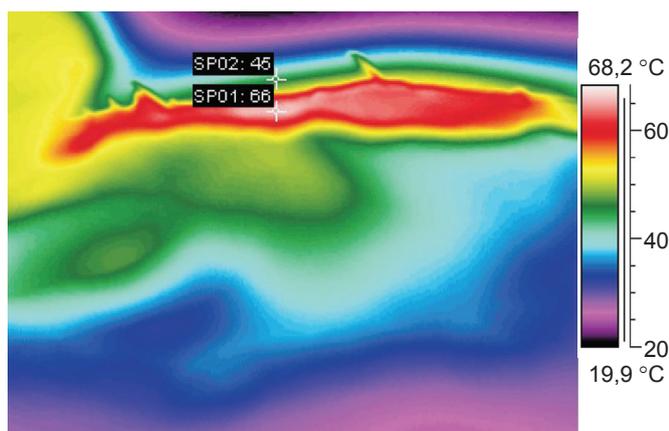


Рис. 1. Теплограмма процедуры воздействия на кожу непрерывными радиоволнами [14].

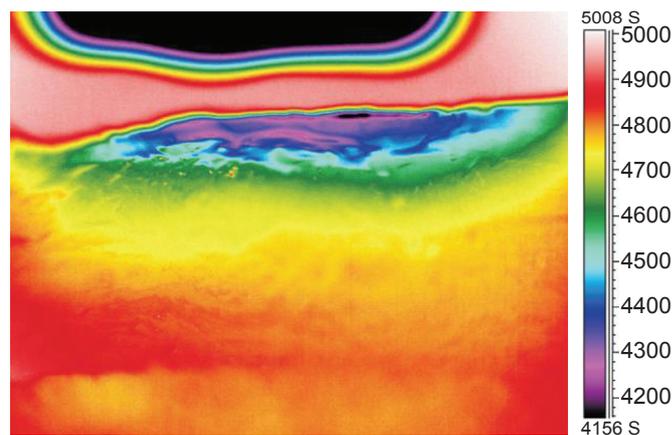


Рис. 2. Теплограмма процедуры воздействия на кожу импульсными радиоволнами [14].

электронов, атомов, молекул, составляющих белки, низкомолекулярные метаболиты, полярные головки фосфолипидов, нуклеиновые кислоты [9–11, 16].

Основным объектом воздействия токов высокой частоты в организме является вода. Дерма состоит из клеток и матрикса, содержащего 60–70% воды. Внеклеточная вода на 70% связана с волокнистыми компонентами дермы (эластин, коллаген), 30% внеклеточной воды связаны с аморфным компонентом дермы (мукополисахариды, плазменные белки) [13]. Коллаген, являясь весьма гидратированным белком, обладает пьезоэлектрическими и электрическими свойствами, следовательно, его размерные изменения могут быть связаны с электромагнитным излучением [6, 8]. При старении кожи отмечается изменение физико-химических свойств коллагена: возрастает число и прочность внутримолекулярных и межмолекулярных поперечных связей, исчезает упорядоченность ориентации коллагеновых волокон, снижается эластичность коллагена, его способность к набуханию и содержание растворимых фракций [18]. Определённые частоты микроволн способны упорядочивать движение клеток по силовым полям. В своём исследовании А.С. Пресман отметил, что одноклеточные организмы (жгутиковые и ресничные) движутся параллельно или перпендикулярно в зависимости от заданной частоты [19]. Данное наблюдение может свидетельствовать о воздействии высокочастотного электрического поля (5–7 МГц) на воду в гидратных оболочках белков [6, 8].

Различают две высокочастотные радиоволновые технологии: первая основана на импульсном, вторая – на непрерывном воздействии радиоволн (рис. 1, 2). Непрерывная радиоволна генерирует локальное эндогенное тепло, при котором происходит частичная денатурация коллагена с последующим его сокращением. В дерме образуются микробласты, которые стимулируют неоколлагенез [12, 20–22]. Распространения тепла в окружающие ткани не происходит.

При импульсном воздействии тепло проникает глубже в ткани и чрезмерным нагревом может вызвать излишнее их повреждение, например фиброз, и последующее образование рубцовой ткани. Технология непрерывной радиоволновой энергии получила широкое применение в хирургии для рассечения и коагуляции кожи и мягких тканей. Такой способ позволяет выполнить разрез без обугливания и с сохранением подлежащих тканей [3, 13, 14, 23].

Важное значение при радиоволновом лифтинге имеет диаметр активного электрода. Если основание активного электрода широкое, то напряжённость электрического поля уменьшается. Если электрод тонкий и локально сфокусирован, то плотность тока возрастает. Повышение скорости роста температуры ткани связано с меньшим объёмом нагреваемой ткани, прилегающей к электроду. Таким образом, при воздействии более тонким электродом пороговый уровень мощности будет меньше, чем при его более широком основании.

Существующие методики радиоволнового воздействия можно разделить на две основные группы: неинвазивные, при которых не происходит нарушения целостности кожных покровов – термолифтинг тканей с использованием монополярных, биполярных, мультиполярных активных электродов, и малоинвазивные – с нарушением целостности кожных покровов: радиоволновой фракционный пилинг кожи, фракционный микроигльчатый RF-лифтинг и радиочастотное биоармирование (лифтинг) тканей с использованием игльчатых электродов [4, 22, 24–26].

При применении монополярного электрода один выход высокочастотного тока соединён с кабелем активного электрода, которым осуществляется воздействие на мягкие ткани, в которых необходимо достигнуть желаемого эффекта. Другой выход сопряжён с пассивным электродом, устанавливаемый под правую лопатку. При этом между пассивным и

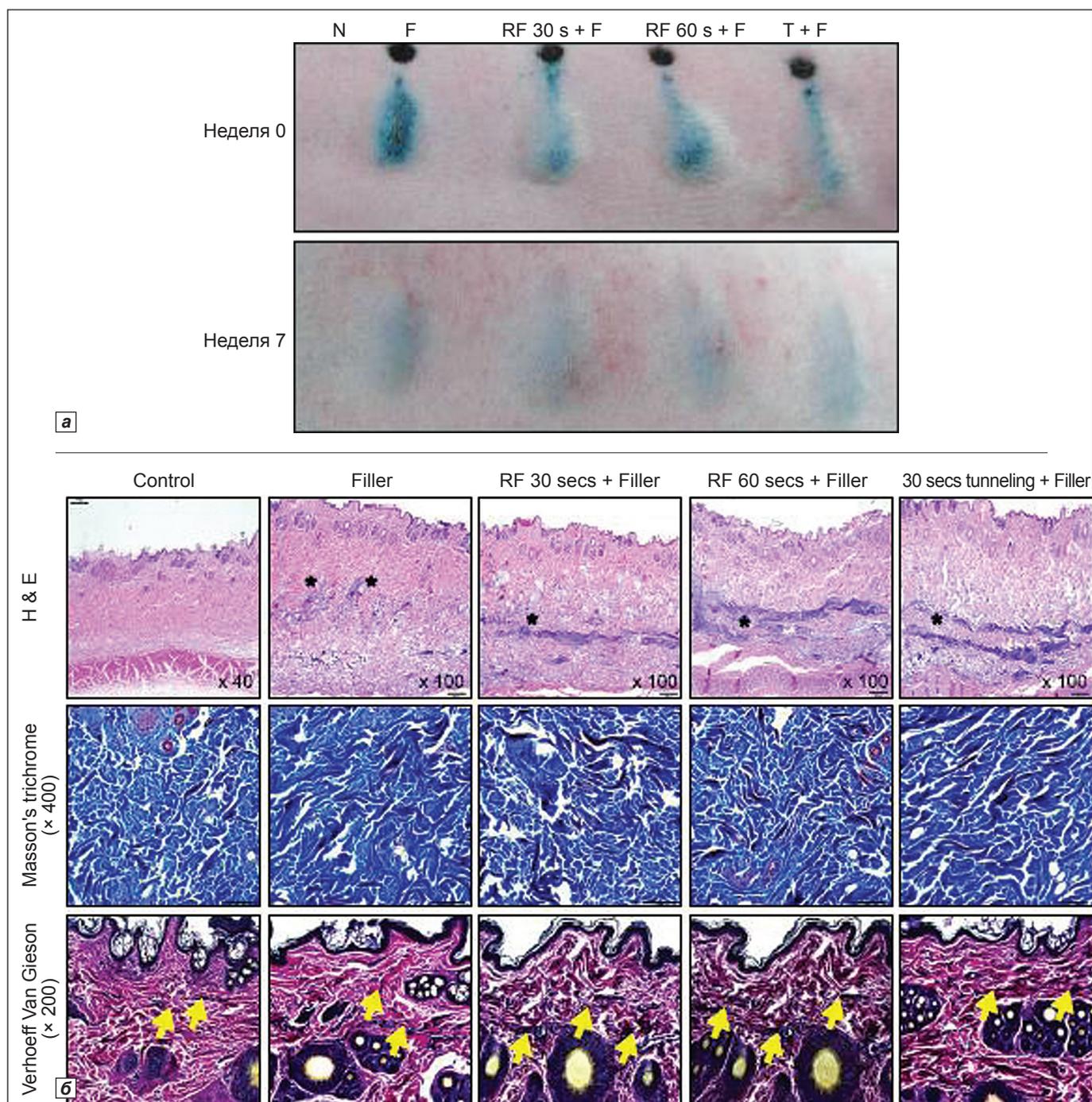


Рис. 3. Гистологический материал. Распределение филлера на основе гиалуроновой кислоты сразу после введения, через 30 и 60 с радиочастотного воздействия и после 30 с радиочастотного воздействия в туннельной технике с образованием коллагенового канала (а). Окраска гематоксилином и эозином, трихромом по Массону и Ван-Гизону (б).

активным электродами проходит ток, нагревающий ткани. Чем выше сила тока, тем больше тепловыделение в ткани [27, 28].

При выполнении хирургических процедур для рассечения и коагуляции кожи и мягких тканей плотность тока активного электрода будет наибольшей. Площадь пассивного электрода имеет значительно большую площадь, чем активный электрод, следовательно, в месте фиксации пассивного электрода выделение тепла будет минимальным [3, 23].

В литературе имеются сведения, где описаны клинические случаи успешного применения радиочастотного хирургического генератора с целью нехирургического омоложения и лечения морщин лица и шеи [21, 29, 30].

При использовании биполярного радиочастотного аппарата оба электрода находятся в манипуле. Воздействие осуществляется в пределах рабочей зоны, размером соответствующей площади манипулы [31]. Также существуют аппараты, у которых в

манипуле более 6 электродов или в манипулу встроены механизм, создающий вакуум для более плотного контакта электродов с поверхностью кожи [32, 33].

В терапевтической практике широко применяется малоинвазивный радиочастотный метод воздействия на кожу с активным электродом, представленным иглой или канюлей, – прибор Иннофилл. Данный прибор работает в двух режимах: дефибрирование и лифтинг с частотой 1–2 МГц и мощностью 0–23 Вт. Температурный режим воздействия не превышает 50 °С. Электрод-канюля покрыт силиконом по всей длине, кроме наконечника. Это позволяет локально воздействовать на ткани, осуществляя термолифтинг, при котором не происходит денатурация белка. Клинически результат можно оценить сразу после процедуры, однако в течение 28–40 дней происходит нарастание эффекта за счёт перестройки коллагеновых и эластиновых волокон [34, 35].

С помощью электрода-канюли можно решать различные дерматологические и косметологические задачи: коррекция возрастных изменений кожи (морщины, дермальные заломы, снижение тонуса кожи), терапия рубцов (гипертрофические, нормотрофические, атрофические), лечение посттравматического, послеоперационного фиброза, коррекция тёмных кругов под глазами, лифтинг дряблой кожи в орбитальной (безоперационная блефаропластика), субментальной, в нижней трети лица и области шеи, устранение локальные жировых отложений («второй подбородок», «вдовий горб»), терапия постинъекционных осложнений. Электрод-игла позволяет коагулировать телеангиэктазии, сузить расширенные поры, выполнить ретракцию кожного лоскута [34, 36–39]. Электрод-канюля полый, что позволяет вводить различные препараты в кожу, не извлекая канюли.

Проводили гистологическое исследование на модели кролика, в котором оценивали распределение в тканях филлера на основе гиалуроновой кислоты сразу после введения, через 30 и 60 с радиочастотного воздействия и после 30 с радиочастотного воздействия в туннельной технике с образованием коллагенового канала. Окраску гистологического материала выполняли гематоксилином и эозином, трихромом по Массону и Ван-Гизону (рис. 3). При окраске гематоксилином и эозином препарат обнаруживали в пределах дермы, где был введён только филлер. В зонах введения филлера совместно с радиочастотным воздействием или в туннельной технике с образованием коллагенового канала, филлер локализовался линейно в средней и нижней части дермы. Распределение филлера было меньше в том случае, когда использовалась туннельная техника с образованием коллагенового канала.

Окраску трихромом по Массону выполняли с целью идентификации компонентов внеклеточного матрикса, в частности, коллагена. Значительное увеличение

количества коллагеновых пучков наблюдалось в тех случаях, когда выполняли радиочастотную терапию, либо RF-воздействие с введением гиалуроновой кислоты. При введении только филлера увеличение количества коллагеновых волокон было незначительным.

Окраску по Ван-Гизону применяли для оценки состояния эластиновых волокон в дерме.

Отмечено укорочение эластиновых волокон в папиллярной и ретикулярной дерме после обработки тканей радиочастотным методом [34].

В литературе представлены описания случаев использования радиочастотного метода Иннофилл в коррекции дермальных заломов в области носогубных складок. При этом создавали коллагеновый канал, в который вводили филлер на основе гиалуроновой кислоты. Такой коллагеновый канал предотвращал миграцию и быструю биодеградацию препарата [34, 37, 39]. Данный способ может быть успешно использован в практике врача-косметолога в «опасных» зонах на лице, например, в области спинки носа.

Однако в литературе отсутствуют подробные научно обоснованные исследования по применению методики малоинвазивного радиоволнового лифтинга с использованием электрода-канюли в целях коррекции инволюционных изменений кожи нижней трети лица. До настоящего времени остаётся также открытым вопрос о подборе оптимальных параметров радиочастотного воздействия: выбора активного электрода, длительности процедуры, диапазона частот и мощности, клинических проявления эффективности терапии [4, 40].

Таким образом, сохраняется актуальность изучения клинической и функциональной эффективности радиоволнового малоинвазивного метода Иннофилл.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев И.В. Продление активной жизни как социальный вызов в исторической перспективе. *Геронтологический журнал им. В.Ф.Купревича*. 2010; (1): 8–12.
2. Юсова Ж.Ю. Инволюционные изменения кожи с учетом типа ее старения. *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. Серия Медицина. Фармация. 2012; 22-2(141): 83–88.
3. Неробеев А.И., Аликова А.В. К вопросу об актуальности и перспективности применения высокочастотных токов радиоволнового диапазона в эстетической медицине. *Вестник эстетической медицины*. 2010; 9(4): 75–80.
4. Неробеев А.И., Аликова А.В., Близиных О.П., Шутенко Т.В., Даниленко Ю.К., Салюк В.А. Экспериментальное обоснование применения радиочастотных токов (RF) в коррекции инволюционных изменений мягких тканей лица и шеи. *Российский стоматологический журнал*. 2012; (2): 12–6.
5. Пшеничников К.П. *Курс пластической хирургии*. Ярославль; 2010. т. 1: 39–43.
6. Дарбанова Е.М. К вопросу о механизмах радиочастотного воздействия на биологические ткани. *Аппаратная косметология и физиотерапия*. 2012; (4) 42–50.
7. Lawrence W.T.; Plastic Surgery Educational Foundation DATA Committee. Nonsurgical face lift. *Plast. Reconstr. Surg.* 2006; 118(2): 541–5.
8. Дарбанова Е.М. Механизм действия радиочастотного лифтинга на биологические ткани. *Аппаратная косметология*

- и физиотерапия. 2013; (3). Доступно на: <http://f-beauty.ru>; <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ige-bBu3uVXMJ:f-beauty.ru/scientific-research/mechanizm-radiochastotnogo-liftinga/+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru>
9. Галкина Е.М., Утц С.Р., Кондратьева Н.Н., Каракаева А.В., Артеменко С.А. Комбинированный метод применения хитозансодержащего гидрогеля в сочетании с радиочастотным лифтингом. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2018; 14(4): 744–7.
  10. Мамиев А. Как переплавить контур фигуры с помощью радиочастотной липосакции. *Аппаратная косметология и физиотерапия*. 2011; (2): 20–6.
  11. Деев А.И. Аппаратная косметология. В кн.: Эрнандес Е.И., ред. *Новая косметология*. М.: Кламель; 2007. т. 2: 129–220.
  12. Липова Е.В., Глазко И.И. Физические основы применения RF- и радиоволновых технологий в косметологии. *Аппаратная косметология и физиотерапия*. 2012; (3): 26–40.
  13. Ступин В.А., Смирнова Г.О., Мантурова Н.Е. и др. Сравнительный анализ процессов заживления хирургических ран при использовании различных видов радиочастотных режущих устройств и металлического скальпеля. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2010; (4): 9–14.
  14. Труфанов В.Д., Коган Е.А., Юцковская Я.А., Файзуллина Н.М., Иванов С.Ю. Радиоволны высокой частоты – инновационный подход к коррекции возрастных изменений кожи: клиническое и гистохимическое исследование. *Современные технологии в медицине*. 2016; 8(1): 106–16.
  15. Лапатина Н.Г. Современные методы омоложения кожи рук. *Вестник Эстетической Медицины*. 2009; 8(1): 73–9.
  16. Пельмутер В.М., Чупринова Е.М., Ча В.А. *Влияние электромагнитного излучения на биологические объекты различного уровня организмов*. Томск: Томский политехнический университет; 2007.
  17. Пучкова Т.В., Самуйлова Л.В., Деев А.И. и др. *Основы косметической химии. Базовые положения и современные ингредиенты*. М.: Школа косметических химиков; 2011.
  18. Аравийская Е.Р. Возрастные изменения в дерме: новые сведения и пути коррекции с помощью средств для ежедневного ухода. *Русский медицинский журнал. Дерматология. Косметология и пластическая хирургия*. 2008; (8): 574–5.
  19. Пресман А.С. Действие микроволн на живые организмы и биологические структуры. *Успехи физических наук*. 1965; 86(2): 263–302.
  20. Rusciani A., Curinga G., Menichini G., Alfano C., Rusciani L. Nonsurgical tightening of skin laxity: a new radiofrequency approach. *J. Drugs. Dermatol.* 2007; 6(4): 381–6.
  21. Труфанов В.Д., Иванов С.Ю., Коган Е.А., Файзуллина Н.М. Радиочастотные скальпели в челюстнолицевой и пластической хирургии: экспериментальное, иммуногистохимическое исследование. *Институт стоматологии*. 2015; (2): 90–3.
  22. Hantash B.M., Ubeid A.A., Chang H., Kafi R., Renton B. Bipolar fractional radiofrequency treatment induces ne elastogenesis and neocollagenesis. *Lasers Surg. Med.* 2009; 41(1): 1–9.
  23. Юцковская Я., Тарасенкова М., Кизей И., Труфанов В. Радиочастотный лифтинг в программе anti-age-терапии. *Эстетическая медицина*. 2010; 9(2): 137–44.
  24. Лазурченко М.А. Фракционный микроигльчатый RF-лифтинг – тренд в современной косметологии. *Аппаратная косметология*. 2018; (1-2): 122–5.
  25. Бурмистров К.А. Значение диапазона мощности и температуры для фракционных микроигльчатых радиочастотных систем. *Аппаратные технологии*. Доступно на: <https://www.1nep.ru/articles/znachenie-diapazona-moshchnosti-i-temperatury-dlya-fraktsionnykh-mikroigolchatykh-radiochastotnykh-s/>
  26. Аленичев А.Ю., Круглова Л.С., Федоров С.М., Шарыпова И.В. Оценка эффективности применения микроигльчатой RF-терапии в коррекции инволютивных изменений кожи лица и шеи. *Физиотерапевт*. 2017; (4): 4–13.
  27. Goldman M.P., Alster T.S., Weiss R. A randomized trial to determine the influence of laser therapy, monopolar radiofrequency treatment, and intense pulsed light therapy administered immediately after hyaluronic acid gel implantation. *Dermatol. Surg.* 2007; 33(5): 535–42.
  28. Shumaker P.R., England L.J., Dover J.S., Ross E.V., Harford R., Derienzo D., et al. Effect of monopolar radiofrequency treatment over soft-tissue fillers in an animal model: part 2. *Lasers Surg. Med.* 2006; 38(3): 211–7.
  29. Юцковская Я.А., Тарасенкова М.С., Кизей И.Н., Труфанов В.Д. Радиочастотный лифтинг в программе anti-age-терапии. *Эстетическая медицина*. 2010; 9(2): 3–10.
  30. Юцковская Я.А., Кизей И.Н., Тарасенкова М.С., Труфанов В.Д. Сочетание радиоволнового лифтинга кожи (Pelleve) и инъекций БТ-А в комплексных программах коррекции инволюционных изменений кожи. *Эстетическая медицина*. 2010; 9(4): 453–7.
  31. Ролько В.Т., Белякова Е.В. RF-терапия для неинвазивной подтяжки кожи и коррекции контуров тела: обобщение клинических наблюдений. *Вестник эстетической медицины*. 2012; 11(1): 49–53.
  32. Montesi G., Calvieri S., Balzani A., Gold M.H. Bipolar radiofrequency in the treatment of dermatologic imperfections: clinicopathological and immunohistochemical aspects. *J. Drugs Dermatol.* 2007; 6 (9): 890–6.
  33. Emilia Del Pino M., Rosado R.H., Azuela A., Graciela Guzman M., Arguelles D., Rodriguez C., Rosado G.M. Effect of controlled volumetric tissue heating with radiofrequency on cellulite and the subcutaneous tissue of the buttocks and thighs. *J. Drugs Dermatol.* 2006; 5(8): 714–22.
  34. Kim H., Park K.Y., Choi S.Y., Koh H.J., Park S.Y., Park W.S., et al. The efficacy, longevity, and safety of combined radiofrequency treatment and hyaluronic acid filler for skin rejuvenation. *Ann. Dermatol.* 2014; 26(4): 447–56.
  35. Bogle M.A., Uebelhoer N., Weiss R.A., Mayoral F., Kaminer M.S. Evaluation of the multiple pass, low fluence algorithm for radiofrequency tightening of the lower face. *Lasers Surg. Med.* 2007; 39(3): 210–7.
  36. el-Domyati M., el-Ammawi T.S., Medhat W., Moawad O., Brennan D., Mahoney M.G., Uitto J. Radiofrequency facial rejuvenation: evidence-based effect. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2011; 64(3): 524–35.
  37. Goldman M.P., Alster T.S., Weiss R. A randomized trial to determine the influence of laser therapy, monopolar radiofrequency treatment, and intense pulsed light therapy administered immediately after hyaluronic acid gel implantation. *Dermatol. Surg.* 2007; 33(5): 535–42.
  38. Hantash B.M., Ubeid A.A., Chang H., Kafi R., Renton B. Bipolar fractional radiofrequency treatment induces ne elastogenesis and neocollagenesis. *Lasers Surg. Med.* 2009; 41(1): 1–9.
  39. Beasley K.L., Weiss M.A., Weiss R.A. Hyaluronic acid fillers: a comprehensive review. *Facial. Plast. Surg.* 2009; 25(2): 86–94.
  40. Baujat B., Krastinova-Lolov D., Blumen M., Baglin A.C., Coquille F., Chabolle F. Radiofrequency in the treatment of craniofacial plexiform neurofibromatosis: a pilot study. *Plast. Reconstr. Surg.* 2006; 117(4): 1261–8.
  41. Berlien H.P., Müller G. *Aufbau eines lasers. Angewandte Lasermedizin. Lehr- und Handbuch für Praxis und Klinik*. Landsberg München Zürich; 1989. II-2.2: S1–8.

## REFERENCES

1. Lebedev I.V. The extension of active life as a social order in the historical perspective. *Gerontological Journal n.a. of V.F. Kuprevich. Russian Journal (Gerontologicheskii zhurnal im. V.F.Kuprevicha)*. 2010; (1) 8–12. (in Russian)
2. Yusova Zh.Yu. Involutional skin changes, taking into account the type of aging. *Scientific Bulletin of the Belgorod State University. Series Medicine. Pharmacy. Russian Journal (Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta)*. 2012; 22-2(141): 83–8. (in Russian)
3. Nerobeev A.I., Alikova A.V. The study of the relevance and prospects of using high-frequency currents of the radio wave range in aesthetic medicine. *Bulletin of aesthetic medicine. Russian Journal (Vestnik Esteticheskoi Meditsiny)*. 2010; 9(4): 75–80. (in Russian)
4. Nerobeev A.I., Alikova A.V., Bliznyukov O.P., Shutenko T.V., Danilenko Yu. K., Salyuk V.A. Experimental substantiation of the application of radio frequency (RF) currents for the correc-

- tion of involutonal changes in the soft tissues of the face and neck. *Russian Dental Journal (Rossiyskii Stomatologicheskii zhurnal)*. 2012; (2): 12–6. (in Russian)
5. Pshenichnov K.P. *Training Course in Plastic Surgery*. Yaroslavl; 2010. т. 1: 39–43. (in Russian)
  6. Darbanova E.M. The study of the mechanisms of radiofrequency effects on biological tissues. *Hardware Cosmetology and Physiotherapy. Russian Journal*. 2012; (4) 42–50. (in Russian)
  7. Lawrence W.T.; Plastic Surgery Educational Foundation DATA Committee. Nonsurgical face lift. *Plast. Reconstr. Surg.* 2006; 118(2): 541–5.
  8. Darbanova E.M. The mechanism of action of radio frequency lifting on biological tissues. *Hardware cosmetology and physiotherapy. Russian Journal*. 2013; (3). (in Russian). Available at: <http://f-beauty.ru>; <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ige-bBu3uVXMJ:f-beauty.ru/scientific-research/mechanizm-radiochastotnogo-liftinga/+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru>
  9. Galkina E.M., Utz S.R., Kondrateva N.N., Karakaeva A.V., Artemenko S.A. Combined method of applying chitosan-containing hydrogel together with radio frequency lifting. *Saratov Journal of Medical Scientific Research. Russian Journal*. 2018; 14(4): 744–7. (in Russian)
  10. Mamiev A. How to melt a contour of a figure using radiofrequency liposuction. *Hardware cosmetology and physiotherapy. Russian Journal*. 2011; (2): 20–6. (in Russian)
  11. Deev A.I. Hardware cosmetology. In: Hernandez E.I., ed. *New cosmetology*. Moscow: KLAVAL; 2007. vol. 2: 129–220. (in Russian)
  12. Lipova E.V., Glazko I.I. The physical basis of the application of RF and radio-wave technologies in cosmetology. *Hardware cosmetology and physiotherapy. Russian Journal*. 2012; (3): 26–40 (in Russian)
  13. Stupin V.A., Smirnova G.O., Manturova N.E. Comparative analysis of the healing processes of surgical wounds using various types of radiofrequency cutting devices and a metal scalpel. *Kursk scientific and practical bulletin "Man and his health"*. *Russian Journal*. 2010; (4): 9–14 (in Russian)
  14. Trufanov V.D., Kogan E.A., Yutskovskaya Ya.A., Fayzullina N.M., Ivanov C.Yu. High-frequency radio waves – an innovative approach to the correction of age-related skin changes: a clinical and histochemical study. *Clinical medicine. Russian Journal*. 2016; 8(1): 106–16. (in Russian)
  15. Lapatina N.G. Modern methods of rejuvenating the skin of the hands. *Herald of Aesthetic Medicine. Russian Journal*. 2009; 8(1): 73–9. (in Russian)
  16. Pelmuter V.M., Chuprinova E.M., Cha V.A. *The effect of electromagnetic radiation on biological objects of various levels of organisms*. Tomsk: Polytechnic University; 2007. (in Russian)
  17. Puchkova T.V., Samuylova L.V., Deev A.I. *The basics of cosmetic chemistry. Basic provisions and modern ingredients*. Moscow: School of Cosmetic Chemists; 2011. (in Russian)
  18. Araviyskaya E.R. Age-related changes in the dermis: new information and ways of correction with the help of daily care products. *Russian Medical Journal. Dermatology. Cosmetology and plastic surgery. (Russiyskii Medsinskiy zhurnal)*. 2008; (8): 574–5. (in Russian)
  19. Presman A.S. The effect of microwaves on living organisms and biological structures. *Advances in Physical Sciences. Russian Journal (Uspekhi fizicheskikh nauk)*. 1965; 86 (2): 263–302.
  20. Rusciani A., Curinga G., Menichini G., Alfano C., Rusciani L. Nonsurgical tightening of skin laxity: a new radiofrequency approach. *J. Drugs. Dermatol.* 2007; 6(4): 381–6.
  21. Trufanov V.D., Ivanov S.Yu., Kogan E.A., Fayzullina N.M. Radiofrequency scalpels in maxillofacial and plastic surgery: an experimental, immunohistochemical research. *Institute of Dentistry. Russian Journal (Institut stomatologii)*. 2015; (2): 90–3. (in Russian)
  22. Hantash B.M., Ubeid A.A., Chang H., Kafi R., Renton B. Bipolar fractional radiofrequency treatment induces neoelastogenesis and neocollagenesis. *Lasers Surg. Med.* 2009; 41(1): 1–9.
  23. Yutskovskaya Ya., Tarasenkova M., Kizey I., Trufanov V. Radiofrequency lifting in the anti-age therapy program. *Aesthetic Medicine. Russian Journal*. 2010; 9(2): 137–44. (in Russian)
  24. Lazurchenko M.A. Fractional microneedle RF lifting is a trend in modern cosmetology. *Hardware cosmetology. Russian Journal (Apparatnaya kosmetologiya)*. 2018; (1–2): 122–5. (in Russian)
  25. Burmistrov K.A. Value of power and temperature range for fractional microneedle radio frequency systems. *Hardware Technology*. (in Russian) Available at: <https://www.1nep.ru/articles/znachenie-diapazona-moshchnosti-i-temperatury-dlya-fraktsionnykh-mikroigolchatykh-radiochastotnykh-s/>
  26. Alenichev A.Yu., Kruglova L.S., Fedorov S.M. Evaluation of the effectiveness of the use of microneedle RF-therapy in the correction of involutive changes in the face and neck skin. *Physiotherapist. Russian Journal (Fizioterapevt)*. 2017; (4): 4–13. (in Russian)
  27. Goldman M.P., Alster T.S., Weiss R. A randomized trial to determine the influence of laser therapy, monopolar radiofrequency treatment, and intense pulsed light therapy administered immediately after hyaluronic acid gel implantation. *Dermatol. Surg.* 2007; 33(5): 535–42.
  28. Shumaker P.R., England L.J., Dover J.S., Ross E.V., Harford R., Derienzo D., et al. Effect of monopolar radiofrequency treatment over soft-tissue fillers in an animal model: part 2. *Lasers Surg. Med.* 2006; 38(3): 211–7.
  29. Yutskovskaya Ya.A., Tarasenkova M.S., Kizey I.N., Trufanov V.D. Radio-frequency lifting in the antiage therapy program. *Aesthetic medicine. Russian Journal (Esteticheskaya Meditsina)*. 2010; 9(2): 3–10. (in Russian)
  30. Yutskovskaya Ya.A., Kizey I.N., Tarasenkova M.S., Trufanov V.D. The combination of radio wave skin lifting (Pelleve) and BT-A injections in complex programs for the correction of involutonal skin changes. *Aesthetic medicine. Russian Journal (Esteticheskaya Meditsina)*. 2010; 9(4): 453–7. (in Russian)
  31. Rolko V.T., Belyakova E.V. RF-therapy for non-invasive skin tightening and body contour correction: generalization of clinical observations. *Herald of Aesthetic Medicine. Russian Journal (Vestnik Esteticheskoi Meditsiny)*. 2012; 11(1): 49–53. (in Russian)
  32. Montesi G., Calvieri S., Balzani A., Gold M.H. Bipolar radiofrequency in the treatment of dermatologic imperfections: clinicopathological and immunohistochemical aspects. *J. Drugs Dermatol.* 2007; 6 (9): 890–6.
  33. Emilia Del Pino M., Rosado R.H., Azuela A., Graciela Guzman M., Arguelles D., Rodriguez C., Rosado G.M. Effect of controlled volumetric tissue heating with radiofrequency on cellulite and the subcutaneous tissue of the buttocks and thighs. *J. Drugs Dermatol.* 2006; 5(8): 714–22.
  34. Kim H., Park K.Y., Choi S.Y., Koh H.J., Park S.Y., Park W.S., et al. The efficacy, longevity, and safety of combined radiofrequency treatment and hyaluronic acid filler for skin rejuvenation. *Ann. Dermatol.* 2014; 26(4): 447–56.
  35. Bogle M.A., Ubelhoer N., Weiss R.A., Mayoral F., Kaminer M.S. Evaluation of the multiple pass, low fluence algorithm for radiofrequency tightening of the lower face. *Lasers Surg. Med.* 2007; 39(3): 210–7.
  36. el-Domyati M., el-Ammawi T.S., Medhat W., Moawad O., Brennan D., Mahoney M.G., Uitto J. Radiofrequency facial rejuvenation: evidence-based effect. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2011; 64(3): 524–35.
  37. Goldman M.P., Alster T.S., Weiss R. A randomized trial to determine the influence of laser therapy, monopolar radiofrequency treatment, and intense pulsed light therapy administered immediately after hyaluronic acid gel implantation. *Dermatol. Surg.* 2007; 33(5): 535–42.
  38. Hantash B.M., Ubeid A.A., Chang H., Kafi R., Renton B. Bipolar fractional radiofrequency treatment induces neoelastogenesis and neocollagenesis. *Lasers Surg. Med.* 2009; 41(1): 1–9.
  39. Beasley K.L., Weiss M.A., Weiss R.A. Hyaluronic acid fillers: a comprehensive review. *Facial. Plast. Surg.* 2009; 25(2): 86–94.
  40. Baujat B., Krastinova-Lolov D., Blumen M., Baglin A.C., Coquille F., Chabolle F. Radiofrequency in the treatment of craniofacial plexiform neurofibromatosis: a pilot study. *Plast. Reconstr. Surg.* 2006; 117(4): 1261–8.
  41. Berlien H.P., Müller G. *Aufbau eines lasers. Angewandte Lasermedizin. Lehr-und Handbuch für Praxis und Klinik*. Landsberg München Zürich; 1989. II-2.2: S1–8. (in German)