

© Коллектив авторов
УДК 618.19-006.6
DOI – https://doi.org/10.24412/2304-0343-2024_3_27

АЛГОРИТМЫ ВЫБОРА ФИЗИОТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОК С ЗАБОЛЕВАНИЕМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА ФОНЕ АДЬЮВАНТНОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

¹Евстигнеева И. С., ^{1,2}Герасименко М. Ю.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, г. Москва

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва

ALGORITHMS FOR CHOOSING PHYSIOTHERAPY IN PATIENTS WITH MASTOPATHY DURING ADJUVANT RADIATION THERAPY

¹Evstigneeva I. S., ^{1,2}Gerasimenko M. Yu.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education "Russian Medical Academy of Continuous Professional Education" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow

²Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «N.I. Pirogov Russian National Research Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Разработать алгоритмы выбора физических факторов в зависимости от клинико-функционального состояния пациенток на фоне адьювантной лучевой терапии рака молочной железы.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 138 женщин на фоне адьювантной терапии РМЖ. Рандомизированы на 4 группы: стандартный курс реабилитации лечебную физкультуру, баланстерапию и занятия с медицинским психологом, дополнялся назначением флюктуоризации и низкотемпературной аргоновой плазмой (n=34), флюктуоризацией и пневмокомпрессией (n=34), флюктуоризацией и локальной магнитотерапией (n=35) и флюктуоризацией и общей магнитотерапией (n=35). Оценивали болевой синдром (ВАШ), разницу длин окружностей верхних конечностей (см), силу мышц по Medical Research Council (MRC), объем движений в плечевых суставах, послеоперационные швы по шкале POSAS, электровозбудимость передней порции дельтовидной мышцы, периферический кровоток, качество жизни по SF-36.

Результаты. На фоне адьювантной лучевой терапии и курса медицинской реабилитации преимущество флюктуорирующих токов в снижении болевого синдрома, увеличение свободы и объема движений в плечевых суставах, увеличение электровозбудимости мышц плечевого пояса в 3,5 раза. Локальная магнитотерапия предотвращает формирование лимфедемы за счет улучшения микроциркуляции, а комбинированное воздействие флюктуоризации и пневмокомпрессии за счет уменьшения межтканевой жидкости. Общая магнитотерапия влияет на микроциркуляторное русло, нормализуя индекс эффективности микроциркуляции, показатель шунтирования, тем самым снижая застойные явления на прооперированной стороне и отвечает улучшения качества жизни по опроснику здоровья SF-36. Вклад низкотемпературной плазмы в снижении кожных проявлений лучевых реакций.

Заключение. Комплексный подход медицинской реабилитации с включением физиотерапии на фоне адьювантной лучевой терапии привел к восстановлению утраченных функций после оперативного лечения рака молочной железы.

Ключевые слова. Медицинская реабилитация, низкотемпературная аргоновая плазма, общая магнитотерапия, прерывистая пневмокомпрессия, локальная магнитотерапия, рак молочной железы, адьювантная лучевая терапия, баланстерапия.

ABSTRACT

The aim of the research is to develop some algorithms for selecting physical factors depending on the clinical and functional state of patients during adjuvant radiation therapy for breast cancer.

Material and methods. The study involved 138 women undergoing adjuvant therapy for breast cancer. They were randomized into 4 groups: a standard rehabilitation course of exercise therapy, balance therapy, and sessions with a medical psychologist, supplemented by the prescription of fluctuorization and low-temperature argon plasma (n = 34), fluctuorization and pneumatic compression (n = 34), fluctuorization and local magnetic therapy (n = 35), and fluctuorization and general magnetic therapy (n = 35). We assessed pain syndrome (VAS), difference in the lengths of the circumferences of the upper limbs (cm), muscle strength according to the Medical Research Council (MRC), range of motion in the shoulder joints, postoperative sutures according to the POSAS scale, electroexcitability of the anterior portion of the deltoid muscle, peripheral blood flow, and quality of life according to SF-36.

Results. Against the background of adjuvant radiation therapy and a course of medical rehabilitation, the advantage of fluctuating currents in reducing pain syndrome, increasing freedom and range of motion in the shoulder joints, increasing the electrical excitability of the shoulder girdle muscles by 3.5 times. Local magnetic therapy prevents the formation of lymphedema by improving microcirculation, and the combined effect of fluctuorization and pneumocompression by reducing intertissue liquid. General magnetic therapy affects the microcirculatory bloodstream, normalizing the microcirculation efficiency index, the bypass index, thereby reducing congestion on the operated side and is responsible for improving the quality of life according to the SF-36 health questionnaire. There is a contribution of low-temperature plasma in reducing skin manifestations of radiation reactions.

Conclusion. An integrated approach to medical rehabilitation including physiotherapy against the background of adjuvant radiation therapy resulted in the restoration of lost functions after surgical treatment of breast cancer.

Keywords. Medical rehabilitation, low-temperature argon plasma, general magnetic therapy, intermittent pneumatic compression, local magnetic therapy, breast cancer, adjuvant radiotherapy, balance therapy

Для цитирования: Евстигнеева И.С., Герасименко М.Ю. АЛГОРИТМЫ ВЫБОРА ФИЗИОТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОК С ЗАБОЛЕВАНИЕМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА ФОНЕ АДЪЮВАНТНОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ. Курортная медицина.2024; 3: 27-37 DOI – https://doi.org/10.24412/2304-0343-2024_3_27

For citation: Evstigneeva I.S., Gerasimenko M. Yu. ALGORITHMS FOR CHOOSING PHYSIOTHERAPY IN PATIENTS WITH MASTOPATHY DURING ADJUVANT RADIATION THERAPY. Resort medicine. 2024; 3: 27-37 DOI – https://doi.org/10.24412/2304-0343-2024_3_27

В последнее время возрос большой интерес к применению физических факторов у онкологических пациентов, большое количество публикаций подтверждают клиническую безопасность применения некоторых физических факторов [1, 2, 3, 4, 5]. Хорошо известны саногенетические эффекты низкоинтенсивной лазеротерапии, магнитотерапии, импульсной терапии, пневмокомпрессии, переменного электростатического поля [6, 7, 8, 9, 10]. Данное оборудование внесено в приказе 56н «Об утверждении перечня медицинских изделий для переоснащения медицинских организаций, подведомственных органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказывающих медицинскую помощь больным с онкологическими заболеваниями» [11]. Рядом авторов предложены методы применения физических факторов на более поздних этапах медицинской реабилитации, когда уже сформировались осложнения радикального лечения рака молочной железы (РМЖ) [12, 13, 14].

Проблема медицинской реабилитации в онкологии заключается в том, что современные модели реабилитации пациентов с диагнозом РМЖ не учитывают функциональных нарушений в процессе комбинированного лечения, пока пациент не доходит до порога нетрудоспособности, а нарушения не принимают хронический характер течения [15, 16]. Поэтому перспективы изучения комплексного методологического подхода к применению физических факторов на фоне адъювантной лучевой терапии безусловно есть, однако научных исследований персонализированного выбора физического фактора раннем послеоперационном периоде в зависимости от клинико-функционального состояния пациента с диагнозом РМЖ не опубликовано.

Цель исследования. Разработать алгоритмы выбора физических факторов в зависимости от клинико-функционального состояния у пациенток на фоне адъювантной лучевой терапии рака молочной железы.

Материал и методы. Проведено проспективное простое рандомизированное исследование с 2019 по 2024 гг. в клинике имени профессора Ю.Н. Касаткина РМАНПО Минздрава России. В исследование включены 138 женщин с диагнозом РМЖ на фоне адъювантной лучевой терапии. Критериями включения пациентов в исследование являлись: возраст от 30 до 75 лет; проведенное радикальное хирургическое лечение РМЖ (радикальная мастэктомия по Маддену или радикальная резекция молочной железы; информированное согласие на участие в письменной форме. Критерии невключения: возраст моложе 30 лет и старше 75 лет, наличие сопутствующих острых инфекционных заболеваний.

Методом простой рандомизации пациентки были разделены на 4 сопоставимые по возрасту, клинико-функциональным показателям, срокам назначения медицинской реабилитации групп и различающиеся лишь сочетанию физических факторов. В 1-ю группу вошли 34 пациентки, которые

получали в курсе медицинской реабилитации флюктуирующие токи (ФТ), затем без перерыва проводилось воздействие на область шва низкотемпературной аргоновой плазмой (НТП). Во 2-й группе (n=34) сначала проводили процедуры ФТ, затем без перерыва выполняли прерывистую пневмокомпрессию (ППК) по диагональной методике. Пациентам 3-й группы (n=35) проводили воздействие ФТ, затем без перерыва общую магнитотерапию (ОМТ). В курс реабилитации 4-я группы (n=35) входило воздействие ФТ и локальной магнитотерапии.

Каждый курс включал в себя комбинированное воздействие двумя физическими факторами, лечебную физкультуру (ЛФК) лечение положением, лечебной гимнастикой с применением упражнений на увеличение амплитуды в плечевом суставе, восстановление двигательного стереотипа, мобилизацию рубцовых изменений в тканях, лимфодренажные, специальные упражнения и сенсомоторную тренировку с использованием тренажера с биологически обратной связью, баланстерапию (упражнения по опорной реакции) и индивидуальные занятия с медицинским психологом. Продолжительность курса составляла 10 дней.

Выделенные группы статистически значимо не различались по возрасту и объему проведения хирургического лечения: 67 (48,55%) пациенткам было проведено лечение в объеме радикальной резекции молочной железы и 71 (51,45%) была выполнена радикальная мастэктомия по Маддену ($p > 0,05$) (Таблица 1).

Таблица 1 – Базовые характеристики пациентов с РМЖ на фоне адьювантной лучевой терапии

Группа	Возраст, годы	Радикальная резекция молочной железы	Радикальная мастэктомия по Маддену
Флюктуоризация + низкотемпературная плазма (n = 34)	58,0 [45,25; 65,75]	16	18
Флюктуоризация + пневмокомпрессия (n = 34)	59,0 [46,55; 65,95]	17	17
Флюктуоризация + общая магнитотерапия (n = 35)	57,0 [47,0; 62,0]	16	19
Флюктуоризация + локальная магнитотерапия (n = 35)	60,0 [53,0; 67,0]	18	17
Примечание. Данные представлены в виде Me [Q1; Q3]			

Методика отпуска флюктуоризации (ФТ). Процедуры осуществлялись от аппарата АСБ-2М («Каскад-ФТО», Москва, рег. уд. № ФСР 2011/11395 от 15.08.2016). Воздействие ФТ проводили по разработанной нами методике (патент на изобретение RU 2715616 С1, 02.03.2020. Заявка № 2019121890 от 12.07.2019), раздвоенный электрод располагали по краям послеоперационного шва. Электрод площадью, равной суммарной площади 2-х электродов, помещали на заднюю поверхность плеча с прооперированной стороны; форма тока – I, сила тока – до 5-7 мА, до ощущения приятной мягкой вибрации, время воздействия – 10 минут. Дополнительно выполняли флюктуоризацию мышц предплечья (с такими же параметрами), время воздействия – 10 минут на поле. Суммарное время составило 20 минут. Курс – 10 процедур.

Методика проведения процедур низкотемпературной аргоновой плазмой (НТП). Процедуры отпускаются от изделия для терапии аргоновой плазмой «Плазма-200» (РЗН 2019/8192, Россия). Генерация плазменного потока осуществляется внутри плазменной горелки при прохождении рабочего газа аргона со скоростью от 0,5 до 3 литров в минуту через разрядный промежуток между электродами с электромагнитным СВЧ полем. Время воздействия – 180 с.

Методика отпуска прерывистой пневмокомпрессии. Процедуры проводили по диагональной методике на аппарате PulsepressPhysio 12 Pro («ЭмДжейЭсХэлскэар Лтд.», Великобритания; рег. уд. № РЗН 2014/1830 от 08.08.2014). Со стороны операции надевали манжеты «рука длинная» и «плечо», а на противоположную нижнюю конечность – манжету «нога длинная»; уровень давления устанавливали индивидуально, но не более 50-60 mmHg, время нагнетания воздуха в каждую секцию составляет 10-15 секунд, удержание давления – 15-20 секунд с плавным спуском давления 10-15 секунд; продолжительность процедуры – 30 минут. Курс – 10 процедур.

Методика отпуска общей магнитотерапии. Процедуры проводили на установке магнитотерапевтической с регулировкой частоты, модуляции и индукции вращающегося магнитного поля «Магнитотурботрон» (ООО НПФ «ММЦ «МАДИН», Россия; регистрационное удостоверение № ФСР 022а2004/0613-04 от 21 сентября 2004 г.). Процедуры ОМТ проходили по разработанной нами методике (патент на изобретение RU 2687599 С1, 15.05.2019. Заявка № 2018141087 от 22.11.2018): первые 3 процедуры проводятся при максимальной индукции 1 мТл с частотой – 150 Гц, затем с 3-й процедуры индукция увеличивается до 2 мТл с частотой – 100 Гц, с 8-й процедуры выполняются на частоте 80 Гц при индукции магнитного поля – 2 мТл, продолжительность процедуры – 30 минут, курс – 10 процедур.

Методика отпуска локальной магнитотерапии. Процедуры проводили с помощью аппарата АЛМАГ-02 (АО ЕПЦ, Россия; регистрационное удостоверение № ФСР 2009/04790 от 08.11.2016). Основной излучатель, состоящий из 4 гибких излучающих линеек по 4 индуктора в каждой, располагали в области верхнегрудного отдела позвоночника, «N» – стороной к поверхности спины. Применяли бегущее магнитное поле, индукция – 20 мТл, частота следования импульсов составляла 12 имп/с. Одновременно на верхнюю конечность на стороне оперативного вмешательства накладывали излучатель в виде гибкой излучающей линейки, содержащей 6 индукторов, «N» – стороной к передней поверхности верхней конечности. Применяли бегущее магнитное поле, индукцию 20 мТл, частота следования импульсов составляла 12 имп/с. Общее время воздействия – 10 минут. Процедуры проводили 5 раз в неделю, курс – 10 процедур.

Пациенткам перед началом курса реабилитации, после окончания и через 6 месяцев было проведено клиничко-функциональное и лабораторное обследование, анкетирование.

Клиничко-функциональное исследование заключалось в медицинском осмотре, оценки выраженности болевого синдрома (ВАШ), определении отека верхней конечности на основании длины окружности средней трети плеча и предплечья на обеих руках на симметричных уровнях, оценки силы мышц кисти и рук по шкале количественной оценки мышц Medical Research Council (MRC), объем движений в плечевых суставах измерялся с помощью угломера медицинского универсального, послеоперационные швы оценивались по шкале POSAS (The Patient and Observer Scar Assessment). Для проведения неинвазивной клинической диагностики периферического кровотока, лимфотока использовали аппарат лазерный диагностический «Лазма СТ» (регистрационное удостоверение № РЗН 2017/5844 от 08.06.2017). Для оценки состояния двигательных расстройств и состояния чувствительной иннервации пациенткам выполнено исследование *электровозбудимости нервно-мышечной системы* на аппарате стимуляции и электротерапии «Элэскулап Мед ТеКо» (ООО Мед ТеКо, Россия; регистрационное удостоверение № ФСР 2011/09988 от 4 февраля 2011 г.). Для анализа поражения нервных волокон исследование проводили сначала на здоровой стороне, затем со стороны оперативного вмешательства. Для объективности использовали двигательные точки Эрба и таблицы электровозбудимости двигательных точек различных нервов – таблицы Штинцинга (Stinzing), в которых приведены средние величины электровозбудимости для каждого нерва и мышцы, крайние высокие и низкие цифры, лежащие еще в пределах нормы, и разница в электровозбудимости между нервами и мышцами обеих сторон. Возбудимость нервно-мышечного аппарата определяли по биполярной методике.

Для оценки КЖ всех больных, связанного со здоровьем, использовали опросник здоровья SF-36 (Short Form-36, оригинальная версия представлена на сайте <http://www.sf-36.org>) – официально русифицированного, валидизированного общего инструмента оценки показателей КЖ.

Настоящее исследование было проведено в соответствии с принципами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice; GCP) и применимыми национальными нормами с соблюдением прав и обеспечением безопасности и благополучия участников исследования, которые находились под защитой этических принципов, сформулированных в Хельсинкской декларации. Все участники исследования были проинформированы о продолжительности и характере исследования.

Респонденты, принимающие участие в опросе, давали свое согласие на использование данных для научной работы. Данное исследование утверждено на локальном этическом комитете (протокол №8, от 17 июня 2021 г.) ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России.

Сбор данных, их последующая коррекция, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel (2016). Статистическая обработка результатов проводилась средствами языка Питон (Python 3.8.). Различия показателей и выявленные связи считались статистически значимыми при $p < 0,05$

Результаты и обсуждение. Нежелательных явлений во время исследования и в отдаленный период (через 6 месяцев после лечения) не возникало.

Через 1,5 месяца после операции у пациентов сохранялся болевой синдром по задней и внутренней поверхности верхней конечности, области послеоперационного шва и аксиллярной области. На этапах «после реабилитации» и «через 6 месяцев после операции» отмечалось достоверное снижение балла по ВАШ во всех группах ($p < 0,0001$) (Таблица 2). Болевой синдром больше всего (на 1,8 балла; $p < 0,001$) снизился у пациенток, получавших флюктуоризацию и общую магнитотерапию. Между этой группой и группой, получавшими низкотемпературную плазму с последующей флюктуоризацией ($p = 0,0321$) были выявлены достоверные различия. Через 6 месяцев болевой синдром в группах пациенток не наблюдали.

Таблица 2 - Изменение интенсивности болевого синдрома по ВАШ (баллы) на фоне адьювантной лучевой терапии

Исследуемые группы	Этап исследования			p
	Через 1-1,5 мес после операции	После реабилитации	Через 6 мес после операции	
Флюктуоризация + низкотемпературная плазма (n = 36)	4,2±1,5	3,1±1,3 [†]	1,3±2,3	< 0,0001*
Флюктуоризация + пневмокомпрессия (n = 38)	4,3±1,5	3,0±1,9	1,4±2,7	< 0,0001*
Флюктуоризация + ОМТ (n = 37)	4,3±1,4	2,5±1,1	1,2±2,0	< 0,0001*
Флюктуоризация + магнитотерапия (n = 37)	4,1±1,2	2,7±1,1	1,4±1,3	< 0,0001*

Примечание. Данные представлены в виде $M \pm m$. Различия статистически значимы по сравнению с группой «флюктуоризация + ОМТ»: [†] – $p < 0,05$

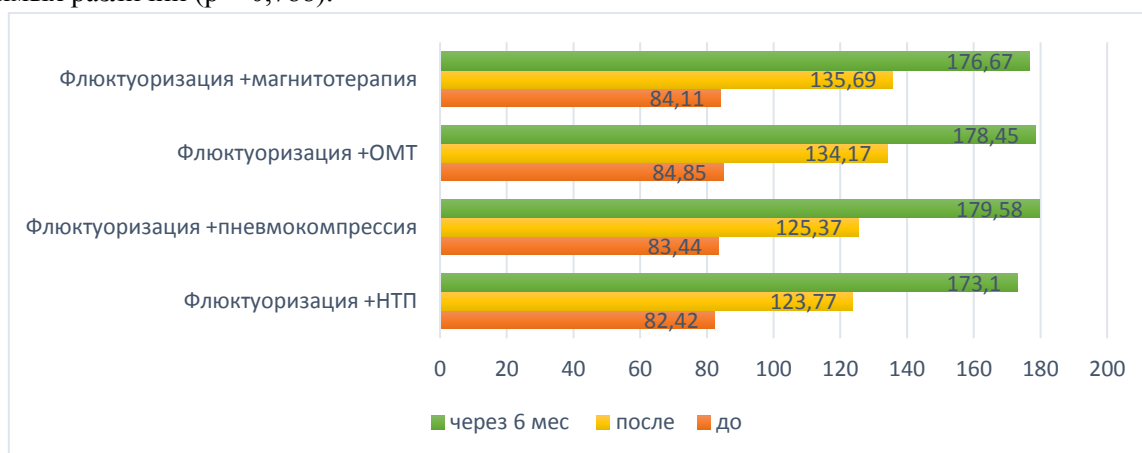
До начала лечения оценка балльной шкалы POSAS области послеоперационной раны не имела статистически значимых различий средних значений между группами – $p > 0,05$ и имело среднее значение 7,4±1,6 балла. После реабилитации в группе пациентов, получавших комбинированное воздействие низкотемпературной аргоновой плазмой с флюктуоризацией баллы по шкале POSAS достоверно снизились по сравнению с другими группами. Такая же тенденция наблюдалась и в отдаленный период.

При оценке силы мышц туловища и верхних конечностей по шкале MRC перед началом реабилитации наблюдали снижение силы верхней конечности до 4,1±0,2 по сравнению со здоровой конечностью 4,9±0,1 балла. Это связано с неполным восстановлением послеоперационных повреждений тканей и сохраняющимся болевым синдромом. После окончания медицинской реабилитации внутри групп наблюдалось достоверное улучшение показателей силы 4,5±0,1 балла, между группами не было достоверных различий. Через 6 месяцев во всех группах достоверных различий между показателями силы здоровой (4,9±0,1) и пораженной верхних конечностей (4,8±0,1) не зафиксировано.

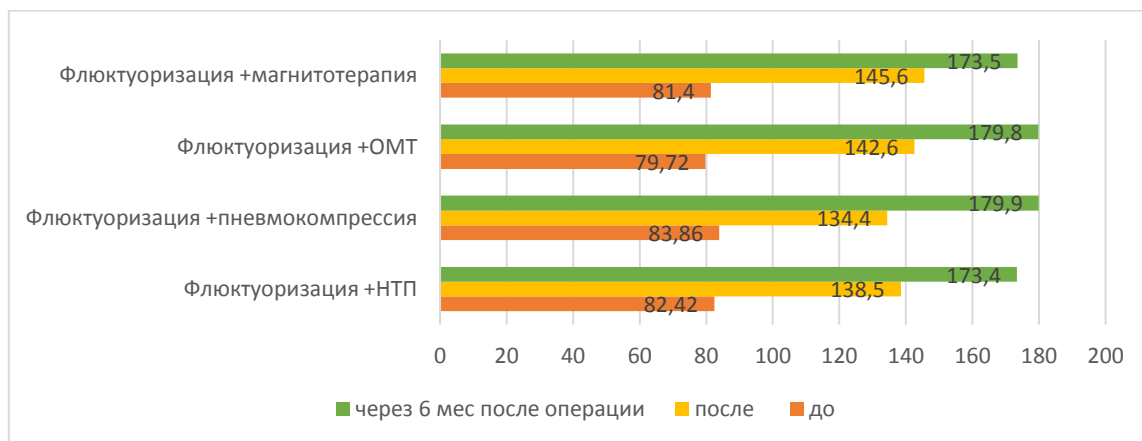
У всех пациенток функция свободы и объема движений в плечевом суставе на стороне оперативного вмешательства была нарушена перед началом медицинской реабилитации и не имела статистически значимых различий перед началом реабилитации (через 1, 5 месяца после операции; $p = 0,54$). Внутри каждой группы на этапах «после реабилитации» и «через 6 месяцев после операции»

функция свободы и объема движений в плечевом суставе статистически значимо выросла ($p < 0,0001$).

При изучении объема отведения в плечевом суставе (рисунок 1 а) у всех пациенток до начала реабилитации выявлялось ограничение объема движения в каждой группе, и эти показатели не имели значимых различий ($p = 0,788$).



а) объем отведения



б) объем сгибания

Рисунок 1. Оценка функции объема движений в плечевом суставе со стороны операции (градусы)

Наблюдение за этим показателем в динамике выявило статистически значимое увеличение объема отведения на следующих этапах обследования во всех группах. При сравнении групп между собой было выявлено максимальное увеличение объема отведения после курса медицинской реабилитации в группах, получавших флюктуоризацию с ОМТ $134,17 \pm 12,3^0$ или локальной магнитотерапией $135,69 \pm 12,8^0$. Но статистической разницы между группами выявлено не было. В отдаленном периоде достоверных различий между объемом отведения в плечевом суставе выявлено не было.

Такая же тенденция наблюдалась и при измерении объема сгибания в плечевом суставе (Рисунок 1 б). Лучшие показатели зафиксированы в группах, получавших комбинированное воздействие флюктуоризации и магнитотерапии, но достоверных различий между группами выявлено не было. Медицинская реабилитация приводит к улучшению функции свободы и объема движений в плечевом суставе. Предпочтение следует отдать применению флюктуирующих токов с последующим воздействием общей или низкочастотной магнитотерапией для восстановления объема движения в плечевом суставе.

При сравнении групп между собой достоверно значимая разница длин окружности верхней конечности со стороны операции после реабилитации были выявлены в области плеча и предплечья в

группе ФТ + ОМТ $0,32 \pm 0,48$ см и $0,32 \pm 0,47$ см, соответственно, а в области предплечья ФТ + пневмокомпрессия $0,44 \pm 0,49$ см. В отдаленном периоде достоверных различий выявлено не было.

При определении *электровозбудимости* передней порции дельтовидной мышцы во всех группах была обнаружена статистически значимая разница на этапах наблюдения (после реабилитации, через 6 месяцев после операции; $p < 0,0001$), что доказывает, что физические факторы имеют влияние на показатели электровозбудимости тканей. Перед началом медицинской реабилитации статистически значимых различий между группами не обнаружено ($p > 0,05$).

После медицинской реабилитации при сравнении групп между собой статистически значимые различия имели показатели реобазы передней порции дельтовидной мышцы в группах получавших в комплексе медицинской реабилитации комбинированное воздействие флюктуирующих токов и магнитотерапии по сравнению с группами, где проводили методики с комбинированием флюктуоризации и низкотемпературной аргоновой плазмы – $p < 0,001^*$, флюктуоризации и пневмокомпрессии – $p < 0,0001^*$, флюктуоризации и ОМТ – $p < 0,0001^*$; на других сроках наблюдения достоверных различий между группами выявлено не было – $p > 0,05$ (Таблица 3).

Таблица 3 - Динамика электровозбудимости передней порции дельтовидной мышцы со стороны операции у пациенток на фоне адьювантной лучевой терапии

Группы	Через 1-1,5 мес после операции	После реабилитации	Через 6 мес после операции	p
Динамика реобазы передней порции дельтовидной мышцы, мА				
Флюктуоризация + низкотемпературная плазма (n = 36)	22,0 [20,5–26,5]	15,0 [15,0–18,0]	6,0 [5,5–7,0]	< 0,0001*
Флюктуоризация + пневмокомпрессия (n = 38)	22,0 [20,0–28,0]	16,0 [14,0–20,0]	5,5 [4,2–6,8]	< 0,0001*
Флюктуоризация + магнитотерапия (n = 37)	20,0 [18,0–22,0]	12,0 [10,0–14,0]	6,0 [5,0–6,5]	< 0,0001*
Флюктуоризация + ОМТ (n = 37)	24,5 [18,0–27,0]	18,0 [12,0–18,0]	5,2 [4,0–6,9]	< 0,0001*
p1	0,0678	0,2238	0,4189	
p2	0,0657	< 0,001*	0,7318	
p3	0,1028	< 0,0001*	0,6243	
p4	0,9338	0,7347	0,8444	
p5	0,0712	0,3550	0,3024	
p6	0,0701	< 0,0001*	0,5765	
Динамика хронаксии передней порции дельтовидной мышцы, мс				
Флюктуоризация + низкотемпературная плазма (n = 36)	1,55±0,19 1,5 [1,5–1,67]	0,77±0,25 0,7 [0,6–0,9]	0,48±0,19 0,4 [0,35–0,5]	< 0,0001*
Флюктуоризация + пневмокомпрессия (n = 38)	1,57±0,59 1,7 [1,5–1,7]	0,75±0,15 0,7 [0,6–0,9]	0,5±0,11 0,4 [0,35–0,5]	< 0,0001*
Флюктуоризация + магнитотерапия (n = 37)	1,59±0,21 1,7 [1,5–1,8]	0,65±0,16 0,6 [0,6–0,7]	0,5±0,11 0,5 [0,4–0,5]	< 0,0001*
Флюктуоризация + ОМТ (n = 37)	1,58±0,23 1,7 [1,5–1,7]	0,75±0,15 0,7 [0,6–0,9]	0,5±0,11 0,4 [0,35–0,5]	< 0,0001*
p1	0,0678	0,2238	0,4339	
p2	0,0657	0,3702	0,5311	
p3	0,1028	0,2213	0,6241	
p4	0,9338	0,2347	0,8312	
p5	0,0712	0,3550	0,3009	
p6	0,0701	0,5595	0,5742	

Примечание к таблице 3 – данные представлены в виде Me [Q1 – Q3]. p1 – достоверное различие между группами «флюктуоризация + низкотемпературная плазма» и «флюктуоризация + пневмокомпрессия»; p2 – достоверное различие между группами «флюктуоризация + низкотемпературная плазма» и «флюктуоризация + магнитотерапия»; p3 – достоверное различие между группами «флюктуоризация + магнитотерапия» и «флюктуоризация + пневмокомпрессия»; p4 – достоверное различие между группами «флюктуоризация + низкотемпературная плазма» и «флюктуоризация + ОМТ»; p5 – достоверное различие между группами «флюктуоризация + ОМТ» и «флюктуоризация + пневмокомпрессия»; p6 – достоверное различие между группами «флюктуоризация + магнитотерапия» и «флюктуоризация + ОМТ»

Таким образом, у пациенток, впервые получавших курс медицинской реабилитации через 1,5 месяца после оперативного лечения на фоне лучевой терапии, достоверное изменение показателей электровозбудимости передней порции дельтовидной мышцы выявлено при комбинированном воздействии ФТ с локальной магнитотерапией или пневмокомпрессией, что связано с их местным противоотечным эффектом на мышцу. Данный факт можно объяснить тем, что комбинированное воздействие ФТ и магнитотерапии приводит к синергизму действия двух факторов и способствует восстановлению электрического потенциала мышцы. Сочетание флюктуоризации и низкотемпературной плазмы недостаточно для быстрого восстановления функциональной активности мышц верхней конечности, что отражено данными электровозбудимости в динамике. В целом во всех группах на каждом этапе исследования были значимые улучшения показателей, что подчеркивает целесообразность проведения воздействия физическими факторами у пациенток с РМЖ на фоне адъювантной лучевой терапии для восстановления двигательной функции оперированной верхней конечности.

Оценка состояния периферического кровотока у пациенток на фоне адъювантной лучевой терапии, не получавших в раннем послеоперационном периоде реабилитацию, имеет существенное значение для определения эффективности проводимой реабилитации. Анализ результатов лазерной доплерографии перед началом реабилитации выявил снижение средней тканевой перфузии крови на 41,3% ($p = 0,044$) у всех пациенток на верхней конечности со стороны операции по сравнению со здоровой верхней конечностью. Данные среднего квадратичного отклонения, которые характеризуют изменчивость микроциркуляторного русла, снижены на 54,9% ($p = 0,012$), коэффициент вариации увеличен на 38% ($p = 0,046$). Показатели периферического кровотока на стороне оперативного лечения РМЖ у исследуемых свидетельствуют об ухудшении микроциркуляции и ослаблении механизмов контроля, обусловленные хирургическим повреждением сосудов и воспалительным процессом. Анализ амплитудно-частотного спектра колебаний микроциркуляторного русла у пациенток до начала реабилитации выявил снижение исходного уровня амплитуды эндотелиальных (низкочастотных) ритмов на 38% ($p = 0,049$), увеличение дыхательных ритмов на 7,5% ($p = 0,024$), снижение амплитуды сердечных ритмов на 56% ($p = 0,044$). Индекс эффективности микроциркуляции снижен на 59,2% ($p = 0,033$), миогенный тонус увеличен на 9,4% ($p = 0,012$), нейрогенный тонус увеличен на 28,5% ($p = 0,039$), показатель шунтирования снижен на 10,1% ($p = 0,014$).

После лечения у пациенток, в комплекс реабилитации которых входили два физических фактора, показатели микроциркуляторного русла имели положительную динамику, а именно: вырос уровень М, СКО и увеличился К_v во всех группах в сравнении с исходными данными. Наибольшие значения этих показателей наблюдали в группах, которым проводили комбинированное воздействие флюктуоризации с общей или локальной магнитотерапией, эти пациентки имели достоверные различия с другими группами исследования.

Рост показателей пульсовой волны означает увеличение притока артериальной крови и снижение застойных явлений в микроциркуляторном русле. Патогенетическое влияние магнитных полей и флюктуирующих токов на артериальную микроциркуляцию при сочетанном воздействии привело к более значимому положительному влиянию.

Анализ амплитудно-частотного спектра колебательных процессов в микроциркуляторном русле по данным ЛДФ (преобразование Фурье) показал в сравнении с исходными данными увеличение медленных, активных ритмов, которые связаны с активностью эндотелиальных клеток. Выявил снижение пассивных дыхательных ритмов за счет увеличения микроциркуляторного давления, вследствие чего снижается объем крови в веноулярном звене. Также обнаружено увеличение активных сердечных ритмов, связанных с колебаниями пульсовой волны со стороны артерий, соответственно, соотношение механизмов активной и пассивной модуляции кровотока отразилось в увеличении индекса эффективности микроциркуляции. Улучшение веноулярного оттока приводит к снижению капиллярного давления и застойной гиперемии на уровне капиллярного звена, что снижает

ультрафильтрацию, следовательно, и лимфообразование. Показатели амплитудно-частотного спектра верхней конечности со стороны операции не имели значимых различий между группами.

Под влиянием курсового лечения выявлено снижение миогенного тонуса артериол и прекапилляров сфинктеров, нейрогенный тонус значимо не изменился, напротив, показатель шунтирования во всех группах увеличился по сравнению с исходными данными. Это свидетельствует об уменьшении застойных явлений в капиллярном звене, коррекции эндотелиальной дисфункции. В отдаленный период исследования сохранялась такая же тенденция, значимых различий между группами не выявлено.

В исследуемых группах выявили достоверное увеличение показателей качества жизни на всех этапах исследования. Показатели физического компонента здоровья были выше в группах, получавших общую или локальную магнитотерапию. Показатель индекса боли значимо увеличивался у пациентов, в курс реабилитации которых включалась флюктуоризация или общая (локальная) магнитотерапия. На более выраженную положительную динамику показателей жизнеспособности и социального функционирования влиял комплекс реабилитации, в который входила общая или локальная магнитотерапия. Достоверных различий не было в показателях ролевого эмоционального функционирования и психического здоровья между группами на всех этапах исследования, вероятнее всего, физические факторы имеют незначительное влияние на данные показатели качества жизни, что подчеркивает необходимость комплексного подхода с обязательным участием психолога.

Заключение. Анализ полученных клинико-функциональных данных показал, что у пациентов РМЖ на фоне адьювантной лучевой терапии и курса медицинской реабилитации, преимущество ФТ в снижении болевого синдрома, увеличение свободы и объема движений, увеличение электровозбудимости мышц плечевого пояса в 3,5 раза. Локальная магнитотерапия предотвращает формирование лимфедемы за счет улучшения микроциркуляции, а комбинированное воздействие флюктуоризации и пневмокомпрессии за счет уменьшения межтканевой жидкости. ОМТ влияет на микроциркуляторное русло, нормализуя индекс эффективности микроциркуляции, показатель шунтирования, тем самым снижая застойные явления на прооперированной стороне. Динамику улучшения качества жизни наблюдали во всех группах. Вклад низкотемпературной плазмы заключается в снижении кожных проявлений лучевых реакций.

Для выбора адекватных методик воздействия физическими факторами соответственно клинико-функциональным изменениям в комплексной медицинской реабилитации был разработан нижеследующий алгоритм (Рисунок 2).

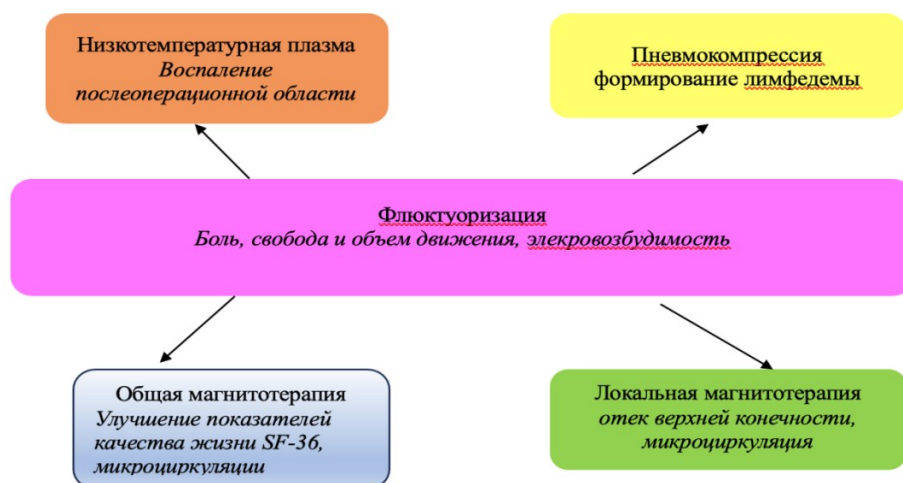


Рисунок 2. Алгоритм выбора физических факторов

Вывод. Комплексный подход медицинской реабилитации с включением физиотерапии на фоне адъювантной лучевой терапии привел к восстановлению утраченных функций после оперативного лечения рака молочной железы.

Участие авторов: дизайн исследования, сбор материалов, математическая обработка – И.С. Евстигнеева; методологическая поддержка, анализ полученных данных, редактирование – М. Ю. Герасименко.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict interest. The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грушина Т. И., Сидоров Д. Б. Обоснованность междисциплинарного подхода к лечению постмастэктомической лимфедемы. *Сибирский онкологический журнал*. 2020; 19 (1): 57-63. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-1-57-63>
2. Salinas-Asensio M M, Ríos-Arrabal S, Artacho-Cordón F, Olivares-Urbano M A, Calvente I, León J, Núñez M I. Exploring the radiosensitizing potential of magnetotherapy: a pilot study in breast cancer cells. *International Journal of Radiation Biology*. 2019; 95(9): 1337-1345. <https://doi.org/10.1080/09553002.2019.1619951>
3. Клинические рекомендации «Рак молочной железы: утв. на заседании правления Ассоциации онкологов России / Ассоциация онкологов России. 2021; 93 с. <https://oncology.ru/specialist/treatment/references/actual/379.pdf>
4. Конева Е. С., Бобкова А. В., Шаповаленко Т. В., Лядов К. В. и др. Эффективность включения комплексных программ реабилитации в лечении химиоиндуцированной полинейропатии. *Физиотерапевт*. 2018; 2: 64-69.
5. Уйба В. В., Котенко К. В., Корчажкина Н. Б., Бабякин А. Ф. Природные и преформированные физические факторы в курортном лечении артроза крупных суставов. Том 1. *Пятигорск*, 2011.
6. Бадтиева В. А. Лазерная терапия больных гипертонической болезнью с коронарной недостаточностью : автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : 14.00.34 : Бадтиева, Виктория Асланбековна. Москва, 1995; 20 с.
7. Евстигнеева И. С., Герасименко М. Ю. Низкоинтенсивная низкочастотная магнитотерапия в ранний послеоперационный период у больных раком молочной железы. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2018; 17(5): 233-240. <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2018-17-5-233-240>
8. Куликова Н. Г., Нестерова Е. П., Ткаченко А. С., Жилоков З. Г. К вопросу о применении комбинированной лазерной терапии в комплексной физиотерапевтической коррекции стоматологической патологии у женщин в раннем послеродовом периоде. *Физиотерапевт*. 2015; 5(1): 45.
9. Оранский И. Е., Гуляев В. Ю., Федоров А. А., Веселкова Е. Е. Суточная вариабельность частотных характеристик электромагнитного поля биологически активных точек как маркер при назначении физиотерапии. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 1996; 4: 6-8.
10. Орехова Э. М., Кончугова Т. В., Кульчицкая Д. Б., Корчажкина Н. Б., Егорова Л. А., Чуич Н. Г. Современные подходы к применению трансцеребральной магнитотерапии при артериальной гипертензии. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2016; 93(3): 53-55.
11. Приказ Министерства здравоохранения РФ N 56н "Об утверждении перечня медицинских изделий для переоснащения медицинских организаций, подведомственных органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказывающих медицинскую помощь больным с онкологическими заболеваниями" (с изменениями и дополнениями) от 12 февраля 2019 г. <https://base.garant.ru/72189908/>
12. Агранович Н. В., Сиволапова М. С., Койчугев А. А., Агранович О. В. Изменение показателей иммунного статуса, клинических симптомов и качества жизни пациенток с постмастэктомическим синдромом в зависимости от применяемых комплексов реабилитации. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 2020; 97(6): 17-26. <https://doi.org/10.17116/kurort20209706117>
13. Kumar A, Langstraat C L, DeJong S R [et al.] Functional not chronologic age: Frailty index predicts outcomes in advanced ovarian cancer. *Gynecol Oncol*. 2017; 147(1): 104-109. <https://doi:10.1016/j.ygyno.2017.07.126>.
14. Евстигнеева И. С., Герасименко М. Ю., Есимова И. Е. Применение физических факторов на I этапе медицинской реабилитации после радикального хирургического лечения рака молочной железы. *Вестник восстановительной медицины*. 2022; 21(2): 127-138. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-2-127-138>
15. Rangel J, Tomás MT, Fernandes B. Physical activity and physiotherapy: perception of women breast cancer survivors. *Breast Cancer*. 2019; 26(3): 333-338. <https://doi.org/10.1007/s12282-018-0928-7>.
16. Герасименко М. Ю., Евстигнеева И. С., Салчак Ч. Т., Зайцева Т. Н., Лутошкина М. Г. Применение низкотемпературной плазмы после хирургического лечения рака молочной железы. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2020; 3(19): 195-200 <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-3-8>.

REFERENCES

1. Grushina T I, Sidorov D B. Validity of an interdisciplinary approach to the treatment of postmastectomy lymphedema. *Sibirskij onkologicheskij zhurnal*. 2020; 19 (1): 57-63. (In Russian)
2. Salinas-Asensio M M, Ríos-Arrabal S, Artacho-Cordón F, Olivares-Urbano M A, Calvente I, León J, Núñez M I. Exploring the radiosensitizing potential of magnetotherapy: a pilot study in breast cancer cells. *International Journal of Radiation Biology*. 2019; 95(9): 1337-1345.
3. Klinicheskie rekomendacii «Rak molochnoj zhelezy: utv. na Zasedanii pravleniya Associacii onkologov Rossii. Associaciya onkologov Rossii. 2021. (In Russian)

4. Koneva E S, Bobkova A V, SHapovalenko T V, Lyadov K V. i dr. Efficiency of incorporating complex rehabilitation programs in the treatment of chemo-induced polyneuropathy. *Fizioterapevt*. 2018; 2: 64-69. (In Russian)
5. Ujba V V, Kotenko K V, Korchazhkina N B, Babyakin A F. *Prirodnye i preformirovannye fizicheskie faktory v kurortnom lechenii artroza krupnyh sustavov*. Tom 1. Pyatigorsk, 2011. (In Russian)
6. Badtjeva V A. *Lazernaya terapiya bol'nyh gipertonicheskoj bolezn'yu s koronarnoj nedostatochnost'yu* [Dissertation]. Moskva, 1995. (In Russian)
7. Evstigneeva I S, Gerasimenko M YU. Low-intensity low-frequency magnetic therapy in the early postoperative period in patients with breast cancer. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitaciya*. 2018; 17(5): 233-240. (In Russian)
8. Kulikova N G, Nesterova E P, Tkachenko A S, ZHilokov Z G. On the issue of using combined laser therapy in complex physiotherapeutic correction of dental pathology in women in the early postpartum period. *Fizioterapevt*. 2015; 5(1): 45. (In Russian)
9. Oranskij I E, Gulyaev V YU, Fedorov A A, Veselkova E E. Daily variability of frequency characteristics of the electromagnetic field of biologically active points as a marker for prescribing physiotherapy. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury*. 1996; 4: 6-8. (In Russian)
10. Orekhova E M, Konchugova T V, Kul'chickaya D B, Korchazhkina N B, Egorova L A, CHuich N G. Modern approaches to the use of transcerebral magnetic therapy in arterial hypertension. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury*. 2016; 93(3): 53-55. (In Russian)
11. *Prkaz Ministerstva zdравoohraneniya RF N 56n "Ob utverzhdenii perechnya medicinskih izdelij dlya pereosnashcheniya medicinskih organizacij, podvedomstvennyh organam ispolnitel'noj vlasti sub"ektov Rossijskoj Federacii, okazyvayushchih medicinskuyu pomoshch' bol'nym s onkologicheskimi zabolevaniyami" (s izmeneniyami i dopolneniyami) ot 12 fevralya 2019 g.* (In Russian)
12. Agranovich N V, Sivolapova M S, Kojchuev A A, Agranovich O V. Changes in immune status indicators, clinical symptoms and quality of life of patients with postmastectomy syndrome depending on the rehabilitation complexes used. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizkul'tury*. 2020; 97(6): 17-26. (In Russian)
13. Kumar A, Langstraat C L, DeJong S R [et al.] Functional not chronologic age: Frailty index predicts outcomes in advanced ovarian cancer. *Gynecol Oncol*. 2017; 147(1): 104-109.
14. Evstigneeva I S, Gerasimenko M YU, Esimova I E. Application of physical factors at the first stage of medical rehabilitation after radical surgical treatment of breast cancer. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*. 2022; 21(2): 127-138. (In Russian)
15. Rangel J, Tomás MT, Fernandes B. Physical activity and physiotherapy: perception of women breast cancer survivors. *Breast Cancer*. 2019; 26(3): 333-338.
16. Gerasimenko M YU, Evstigneeva I S, Salchak CH T, Zajceva T N, Lutoshkina M G. Use of low-temperature plasma after surgical treatment of breast cancer. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitaciya*. 2020; 3(19): 195-200. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Евстигнеева Инна Сергеевна, канд. мед. наук, доцент, заведующая отделением физиотерапии клиники им. профессора Ю.Н. Касаткина, доцент кафедры физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, г. Москва; e-mail: evstigneevais@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9128-0965>, eLibrary SPIN: 5163-7726

Герасименко Марина Юрьевна, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой физической терапии, спортивной медицины и медицинской реабилитации Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва; e-mail: mgerasimenko@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7246>, eLibrary SPIN: 76256452