

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ МИКРОВОЛНОВАЯ ТЕРАПИЯ В КОМПЛЕКСЕ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПАТОЛОГИИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

УДК 615.849.112:616.7-036.838

Полякова А.Г.

Федеральное бюджетное государственное учреждение «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, Нижний Новгород

PERSONALIZED MICROWAVE THERAPY IN COMPLEX REHABILITATION ACTIVITIES WITH THE PATHOLOGY OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM

Polyakova AG

Federal State Budgetary Institution «Privolzhsky Federal Research Medical Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Russia, Nizhni Novgorod

Вопрос адекватности воздействия в процессе медицинской реабилитации остаётся крайне актуальным в связи с невозможностью получить хорошие результаты при стандартном определении необходимых доз, объема и направленности реабилитационных воздействий. Особенно важен индивидуальный подход при составлении дифференцированных программ реабилитации в педиатрии. Как правило, об адекватности предлагаемых реабилитационных комплексов судят по косвенным субъективным признакам. В отсутствии четкого научного обоснования параметров воздействия подбор осуществляется, как правило, путем снижения доз, применяемых у взрослых соответственно возрасту ребёнка. Таким образом, необходим поиск критериев персонализации реабилитационной нагрузки функциональным характеристикам и адаптационно-компенсаторным возможностям организма [1, 2].

Адаптационный потенциал (АП) формируется симпатическим звеном вегетативной нервной системы (ВНС), наиболее информативными показателями которого считаются параметры кожно-гальванической реакции [3]. Это определяет необходимость оперативного контроля вегетативного статуса в процессе реабилитации. Особенно важным становится применение современных методов объективных инструментальных исследований и новых медицинских технологий, которые позволяют оценивать интенсивность кожных симпатических реакций в режиме скрининга. Для этого в настоящее время широко используют автоматизированные методики сегментарной нейрофункциональной диагностики, основанные на электрофизиологическом анализе динамики биофизических параметров точек акупунктуры (ТА), связь которых с вегетативной нервной системой доказана морфо-функциональными исследованиями [4, 5].

В Приволжском федеральном медицинском исследовательском центре для исследования динамики вегетативного статуса в процессе реабилитации используется компьютерная динамическая сегментарная диагностика (ДСД) [6, 7]. К ее достоинствам относятся:

оперативность, безопасность для пациента и оператора за счет неинвазивности, относительная дешевизна (по сравнению с современными методами визуализации), информативность (отражает уровень адаптационных возможностей, адекватность и эффективность проводимых лечебных мероприятий, позволяет прогнозировать прогрессирование патологии с целью профилактики нежелательных осложнений) [8, 9].

На основании многолетнего опыта использования ДСД-теста у 979 пациентов с патологией опорно-двигательной системы от 1,5 месяцев до 18 лет нами разработан способ определения адаптационного потенциала пациента, который включает комплексную оценку динамики показателей теста и типа адаптационной реакции организма [10]. Это позволяет осуществлять персонализированный выбор объема, направленности и доз реабилитационных воздействий. В ходе исследования после раздражения мерных точек электрическим током напряжением 12 В и силой 200 мкА с последующим постепенным ее нарастанием в течение 7–50 секунд до максимального уровня, фиксируют показатели электрокожной проводимости и анализируют уровень общего вегетативного тонуса организма в баллах. Дополнительно определяют тип адаптационной реакции (стресс, тренировка, повышенная или спокойная активация) по соотношению лимфоцитов и нейтрофилов в лейкоцитарной формуле [11].

При наличии исходно низкого тонуса ВНС (1–2 балла) и его отрицательной динамики на фоне стимуляции электрическим током в сочетании с реакцией «стресса» определяют срыв адаптационных возможностей организма. При стабильно низком тонусе в отсутствии его динамики на стимул на фоне реакции «стресса» определяют снижение функциональных резервов организма и неудовлетворительный адаптационный потенциал. При наличии положительной динамики исходно низкого тонуса (до 3–4-х баллов) на фоне реакции «тренировки» определяют напряженный адаптационный потенциал при среднем уровне функциональных резервов организма. При наличии

исходно высокого вегетативного тонуса организма (4–5 баллов) в отсутствии его динамики на воздействие слабым электрическим стимулом на фоне реакции «активации» определяют высокий уровень функциональных резервов и удовлетворительный адаптационный потенциал.

Разработанный способ положен в основу алгоритма построения дифференцированных лечебно-оздоровительных программ на этапах восстановительного лечения (рис.).

На старте реабилитации после диагностики адаптационного потенциала определяется интенсивность (объем) и направленность (активация-седация) реабилитационных воздействий с целью индивидуальной коррекции выявленных функциональных нарушений с последующей итоговой оценкой результата.

При исходном удовлетворительном адаптационном потенциале и достаточном уровне функциональных резервов организма в программу включается тренирующий комплекс реабилитационных мероприятий в полном объеме с преимущественным использованием методик седативной направленности. При исходном состоянии напряжения адаптационных механизмов и умеренном снижении функциональных резервов организма на фоне реакции тренировки назначается щадяще-тренирующая лечебная программа в полном объеме по гармонизирующей методике. При неудовлетворительном адаптационном потенциале и выраженном снижении функциональных резервов организма на фоне реакции стресса проводится щадящий лечебный комплекс в сокращенном объеме по тонизирующей методике с применением слабых и коротких лечебных стимулов. При срыве адаптации, который возникает, как правило, на фоне передозировки воздействия физическими факторами при слишком коротких промежутках между курсами реабилитации, рекомендуется временная отсрочка активных реабилитационных мероприятий (лечебный отдых) с дальнейшим подбором адекватных физических стимулов и доз воздействия на фоне восстановления адаптационных возможностях организма.

Одним из щадящих немедикаментозных отечественных методов реабилитации, который основан на применении сверхнизких доз электромагнитных стимулов, является микроволновая терапия с использованием крайне высокочастотного (КВЧ) и терагерцового (ТГц) частотных диапазонов. Считается, что низкоинтенсивное микроволновое излучение, влияя извне на генерируемые организмом собственные сигналы по принципу резонансного воздействия, позволяет восстановить нарушенный гомеостаз [12]. Практическим преимуществом микроволн в клинике является их бес-

препятственное проникновение через большинство материалов, широко используемых в травматологии и ортопедии: марлю, пластмассу, дерево, гипс, за исключением влажной среды и металла.

Особенно привлекательны частоты ТГц (100 ГГц–10 ТГц), поскольку в них содержатся молекулярные спектры излучения и поглощения (МСИП) эндогенных биорегуляторов (NO , O_2 , H_2O и др.), а также частоты межуровневых переходов больших органических молекул: ДНК, белка и др. [13]. Уникальность микроволн, которые генерируются живыми системами и используются в процессе «безпомеховых» межклеточных коммуникаций обусловлена их задержкой в плотных слоях атмосферы. Этим выражается отсутствие адаптации биообъектов к данному диапазону, что требует усиленного контроля адекватности воздействия и тщательного изучения всех аспектов его влияния на организм [13, 14].

Считается, что наиболее эффективно микроволновое излучение влияет на организм через точки акупунктуры, что обусловлено связью физического фактора с акупунктурной информационной системой. Междисциплинарное направление научных исследований, возникшее на базе интеграции квантовой физики, молекулярной биологии и медицины, дало начало новому физиопунктурному направлению медицинской реабилитации – КВЧ-терапии [15]. Начало клинического изучения метода в травматологии и ортопедии было положено сотрудниками ЦИТО, Харьковского и Нижегородского НИИТО, в том числе, у детей [16–20].

Нами проводятся многолетние исследования особенностей влияния микроволн на репаративную регенерацию соединительной ткани, тканевой кровотока, адаптацию и т.д. В качестве источника низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ используется аппарат «АМФИТ-0,2/10-01», выпускаемый серийно (ООО «ФизТех» Нижний Новгород, Россия) с шумовым излучением в диапазоне частот 53–78 ГГц, а также его экспериментальная модель с частотным диапазоном 110–170 ГГц. Уровень мощности (1 мВт) и спектр сигнала генератора излучения близки к излучаемым ЭМВ самим биообъектом, что резко снижает вероятность как близких, так и отдаленных побочных эффектов. Спектральная плотность мощности шума (СПМШ) прибора (4–10–17 Вт/Гц) характеризуется высокой однородностью (± 3 дБ), что обеспечивает терапевтически значимый уровень сигнала на всех резонансных частотах биообъекта, предполагает большую повторяемость и однозначность трактовки результатов воздействия. Наконец, наличие в спектре ЭМИ целого ряда терапевтических воднорезонансных частот (50,3; 51,8; 65,0 ГГц) обеспечивает получение лечебного эффекта при интегральной плот-

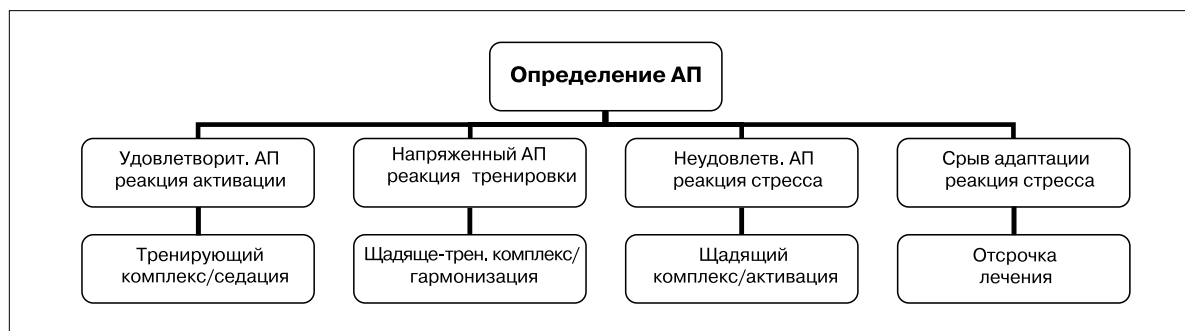


Рисунок. Алгоритм составления программ реабилитации.

ности мощности шума на 3-4 порядка более низкой, чем при использовании моногармонических сигналов и решает проблему подбора оптимальной частоты. Наличие в приборе специального экрана, перекрывающего излучение, позволяет осуществлять плацебо-контроль [21].

Нами оценивалась возможность целенаправленного влияния ЭМИ КВЧ 53–78 ГГц на процесс репаративной регенерации при облучении изолированных культур дермальных фибробластов, которые являются центральным клеточным звеном соединительной ткани и доступны для манипуляций с точной дозиметрией излучения. Исследования пролиферативной и функциональной активности клеточных культур здоровой и рубцово-измененной кожи на воздействие ЭМИ КВЧ в системе *in vitro* выявили различные дозозависимые эффекты. Так, при дозе 0,18 мДж (экспозиция облучения 30 минут) индекс пролиферации в клетках здоровой кожи достоверно увеличивался на 60%, что отсутствовало в патологических клетках. В то же время в рубцово-измененных клетках регистрировалась нормализация функциональной клеточной активности за счет оптимизации синтеза фибронектина (основного протеина межклеточного матрикса) и медиаторов воспаления – интерлейкина-6 и фактора некроза опухоли [22]. Зарегистрированные эффекты могут быть использованы при подготовке пленочных покрытий для лечения острых ожогов и в ходе реконструктивно-восстановительного лечения больных с последствиями ожогов для профилактики формирования патологических рубцов [23, 24].

При облучении образцов крови здоровых добровольцев и больных с ожоговой болезнью различными дозами ЭМИ 53,57–78,33 ГГц нами был зафиксирован достоверный разнонаправленный дозозависимый ответ тромбоцитарного звена системы гемостаза. По данным тромбоэластографии одномоментное воздействие (доза 0,06 мДж) приводит к активации, а 30 минутное (доза 0,18 мДж) – к стабилизации гемостатических показателей, что может с успехом использоваться в комплексной реабилитации пациентов с сопутствующими нарушениями в системе гемостаза на фоне операционного лечения с помощью дифференцированного применения микроволновой терапии [25].

Одной из наиболее острых задач реконструктивно-восстановительного лечения больных травматолого-ортопедического профиля является профилактика и коррекция сосудистых осложнений, являющихся основной причиной неудовлетворительных исходов реабилитации. Нами было проведено комплексное изучение влияния различных широкополосных частотных диапазонов микроволн на состояние тканевого кровотока в системе *in vivo*. Моделью ишемии служил

оперированный кожный лоскут на спинке крыс-самцов породы Wistar. Курсовое воздействие проводилось на зону проекции центра вегетативной регуляции животных в области затылочного бугра ЭМИ с дозой 0,06 мДж двумя диапазонами: 110–170 ГГц, в котором содержатся частотные спектры NO и O₂, и 156 ГГц (в качестве своеобразного «плацебо»). Контролем служили животные, которых после операции не облучали. Площадь ишемии и некроза определялась методом наложения прозрачного трафарета. После 7 сеансов лечения в группах сравнения клинически отмечалось уменьшение площади ишемических проявлений и некроза (до 26,3% и 31% соответственно по отношению к 46,5% в контроле). Это совпадало с данными тепловидения и подтверждалось результатами лазерной доплеровской флоуметрии, которые регистрировали увеличение перфузии крови в лоскуте [26]. Результаты подтверждают роль NO в стимуляции сосудистого компонента микроциркуляции и служат основанием для использования метода КВЧ-пунктуры в коррекции сосудистых расстройств.

Параллельный анализ показателей биохимического метаболизма выявил, что воздействие ЭМИ 110–170 ГГц сопровождалось достоверным снижением уровня общего белка, креатинина и мочевины в плазме крови крыс. Это указывает на противовоспалительное и анти-токсическое влияние данного диапазона, что подтверждает целесообразность использования ЭМИ КВЧ для предотвращения повреждения клеточных структур [27].

Сравнение влияния ЭМИ с частотами 110–170 ГГц и 53,57–78,33 ГГц на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) зарегистрировало, что ЭМИ КВЧ достоверно снижает интенсивность ПОЛ (на 14% по сравнению с контролем), стимулирует общие антиоксидантные резервы крови (на 13% по сравнению с контролем) и активность ферментов биорадикальной защиты [28].

В клинике отрицательного действия на состояние тканевого кровотока, биохимических и гемостазологических показателей у пациентов, получающих микроволновую терапию, не было обнаружено, что совпадало с положительным клиническим эффектом и переходом адаптационных реакций в большинстве случаев в состояние спокойной активации [29].

Таким образом, разработанные нами методологические подходы к применению немедикаментозных неинвазивных способов восстановительной коррекции структурных и функциональных расстройств путем воздействия лечебными электромагнитными стимулами микроволнового диапазона через точечные рефлексогенные зоны под контролем скрининговых методов диагностики адаптационных-компенсаторных реакций организма расширяют возможности и повышают эффективность комплексной реабилитации детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бобровицкий И.П., Василенко А.М. Принципы персонализации и предсказательности в восстановительной медицине. Вестник восстановительной медицины; 2013; 1: 2-6.
2. Разумов А.Н., Василенко А.М., Розанов А.Л., Усупбекова Б.Ш. Обеспечение конституционального подхода к профилактике и восстановительному лечению. Публикация 2. Модель определения конституционального типа человека на основе данных электропунктурной диагностики. Традиционная медицина; 2010; 2(21): 35-40.
3. Вейн А.М. (ред.) Вегетативные расстройства: Клиника, диагностика, лечение. М.: ООО «Медицинское информационное агентство»; 2003.
4. Гурьянова Е.А. Реакции трансмиссивных систем рефлексогенных зон кожи человека на акупунктуру. Медицина и образование в Сибири; 2010; 6. http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=460
5. Чувильская Л.М., Батуева Н.Н. Распределение терминального нервного сплетения ушно-височного нерва на ушной раковине. Актуальные вопросы аурикулярной рефлексотерапии: теория и практика. Краснодар; 1982: 11-13.
6. Бойцов И.В. Динамическая сегментарная диагностика (ДСД-тестирование). Традиционная медицина; 2011; 2 (25): 19-25.
7. Гойденко В.С., Тян В.Н., Бойцов И.В. Способ динамической сегментарной диагностики / Разрешение на применение новой медицинской технологии № ФС 2011/336. – Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

8. Полякова А.Г., Морозов И.Н. Возможности метода сегментарной нейрофункциональной диагностики для прогноза восстановления функции мочевого пузыря у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой. СТМ; 2010; 4: 65-69.
9. Полякова А.Г., Короткова Н.Л., Малышева И.Е., Бойцов И.В. Значение вегетативных адаптационных реакций в реабилитации больных с последствиями термической травмы. Рефлексотерапия и комплементарная медицина; 2013; 1 (3): 35-39.
10. Пат. 2398508 РФ, МПК А 61 В 5/05. Способ комплексной оценки адаптационного потенциала /А.Г. Полякова, Т.В. Друбич, И.Ю. Арефьев, Д.В. Ерискин (РФ) № 2009120996/14; заявлено 02.06.2009; опубл. 10.09.10, Бюл. № 25.
11. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активизационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы саморегуляции. М.: «Имедис»; 1998.
12. Улащик В.С. Электромагнитные волны терагерцового диапазона и их лечебно-профилактическое использование. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 2007; 4: 3-7.
13. Бецкий О.В., Креницкий А.П., Майбородин А.В., Тупикин В.Д. Биофизические эффекты волн терагерцового диапазона и перспективы развития новых направлений в биомедицинской технологии: «Терагерцовая терапия» и «Терагерцовая диагностика». Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003; 12: 3-6.
14. Иванов А.Н. Регуляторные эффекты волн терагерцового диапазона частот. Бюллетень медицинских интернет-конференций 2012;2(6):392-399. www.medconfer.com
15. Богомолова Н.В., Дулатов Р.М., Киреев С.И. Комплексное экспериментальное и клиническое исследование эффективности КВЧ-терапии на частотах оксида азота в восстановительном лечении пациентов с переломами костей. Вестник новых медицинских технологий. 2010; 17(1): 107-110.
16. Балчугов В.А., Полякова А.Г., Анисимов С.И., Ефимов. КВЧ-терапия низкоинтенсивным шумовым излучением. Н. Новгород: изд-во НГУ; 2002.
17. Каменев Ю.Ф. Применение электромагнитного излучения в травматологии и ортопедии. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1999; 2: 20-24.
18. Шевченко С.Д., Маколинец В.И. Опыт лечения электромагнитным излучением миллиметрового диапазона нетепловой интенсивности некоторых ортопедических заболеваний. Миллиметровые волны в биологии и медицине 1996; 8: 69-70.
19. Полякова А.Г., Буйлова Т.В. Комплексное изучение КВЧ воздействия в эксперименте и в реабилитации больных с дегенеративно-дистрофической патологией крупных суставов. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1999; 1: 22-27.
20. Полякова А.Г., Карева О.В., Лоскутова Н.В. КВЧ-пунктура в комплексной реабилитации детей с синдромом вертебробазилярной недостаточности при деформациях позвоночника. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. 2004; 1: 9-12.
21. Немедикаментозные инновационные технологии в комплексной медицинской реабилитации детей раннего возраста матер. междунар. конгресса «Профилактика и лечение метаболических нарушений и сосуд. заболеваний. Междисциплинарный подход». М.; 2013:64-65
22. Полякова А.Г. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных излучений микроволнового диапазона на фундаментальные аспекты жизнедеятельности организма в процессе медицинской реабилитации. Медицинский альманах 2015; 1(36): 138-140.
23. Полякова А.Г., Алейник Д.Я. Влияние низкоинтенсивных микроволн на клеточную активность дермальных фибробластов различного генеза. Вестник Нижегородского универ-та: серия «Биология», 2013; 6: 146-152.
24. Полякова А.Г., Дмитриев Г.И., Короткова Н.Л., Карева О.В. Принципы восстановительного лечения детей и подростков, перенесших ожоговую травму, на этапах реабилитации. Материалы пятого междунар. конгр. «Восстановительная медицина и реабилитация 2008»: М.; 2008: 128-129.
25. Полякова А.Г., Карева О.В. Современные аспекты реабилитации детей с патологией опорно-двигательного аппарата после высокотехнологичных операций. Матер. междунар. конгр. «Поражения ОДА и спортивные травмы: лечение и реабилитация» /под ред. С.Б.Шевченко. М.; 2015: 40-41.
26. Преснякова М.В., Полякова А.Г., Костина О.В., Кузнецова В.Л., Стрелкова И.Г., Старикова М.А., Поточкая М.С. Ответ системы гемостаза обожженных пациентов на краткосрочное облучение ЭМИ КВЧ образцов крови in vitro. Тромбоз, гемостаз и реология. 2016; 2 (66): 73-78.
27. Полякова А.Г., Сазонова И.Е., Воловик М.Г., Перетягин П.В., Захарова Д.В. Влияние низкоинтенсивных ЭМИ 110-170 ГГц на состояние тканевого кровотока в кожном лоскуте крыс. Вестник восстановительной медицины. 2014; (6): 25-31.
28. Полякова А.Г., Кузнецова В.Л., Преснякова М.В. Влияние широкополосных микроволн суб- и миллиметрового диапазонов на биохимический метаболизм в условиях экспериментальной тканевой ишемии in vivo. СТМ 2016; 8(3): 112-119.
29. Полякова А.Г., Соловьева А.Г., Сазонова И.Е., Захарова Д.В. Характер влияния электромагнитного излучения крайне высоких частот на про- и антиоксидантный статус крови в эксперименте. Биофизика; 2016; 1(16): 131-137.
30. Полякова А.Г., Короткова Н.Л., Малышева И.Е. Контроль резервов адаптации в процессе реконструктивно-восстановительного лечения больных с последствиями ожогов. Вопросы травматологии и ортопедии: электрон. журн. 2012;2(3): 149-150. URL: http://www.vto-journal.ru,

REFERENCES:

1. Bobrovnikitskiy I.P., Vasilenko A.M. Printsipy personalizatsii i predskazatel'nosti v vosstanovitel'noy meditsine. Vestn. vosstanovitel'noy meditsiny; 2013; 1:2-6.
2. Razumov A.N., Vasilenko A.M., Rozanov A.L., Usupbekova B.Sh. Obespechenie konstitutsional'nogo podkhoda k profilaktike i vosstanovitel'nomu lecheniyu. Publikatsiya 2. Model' opredeleniya konstitutsional'nogo tipa cheloveka na osnove dannykh elektropunktturnoy diagnostiki. Traditsionnaya meditsina; 2010; 2(21): 35-40.
3. Veyn A.M. (red.) Vegetativnye rasstroystva: Klinika, diagnostika, lechenie. M.: OOO «Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo»; 2003.
4. Gur'yanova E.A. Reaktsii transmittirnykh sistem refleksogennykh zon kozhi cheloveka na akupunkturu. Meditsina i obrazovanie v Sibiri; 2010;6. URL: http://www.ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=460
5. Chuvil'skaya L.M., Batueva N.N. Raspredelenie terminal'nogo nervnogo spleteniya ushno-visochnoy nerva na ushnoy rakovine. V kn.: Aktual'nye voprosy auriakulyarnoy refleksoterapii: teoriya i praktika. Krasnodar; 1982: 11-13.
6. Boytsov I.V. Dinamicheskaya segmentarnaya diagnostika (DSD-testirovanie). Traditsionnaya meditsina; 2011; 2 (25): 19-25.
7. Goydenko V.S., Tyan V.N., Boytsov I.V. Sposob dinamicheskoy segmentarnoy diagnostiki / Razreshenie na primeneniye novoy meditsinskoy tekhnologii № FS 2011/336. – Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zdoravookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii.
8. Polyakova A.G., Morozov I.N. Vozmozhnosti metoda segmentarnoy neyrofunktsional'noy diagnostiki dlya prognoza vosstanovleniya funktsii mochevogo puzrya u patsientov s pozvonochno-spinnomozgovoy travmoy. Sovremennye Tekhnologii V Meditsine: STM; 2010; 4: 65-69.
9. Polyakova A.G., Kороткова N.L., Malysheva I.E., Boytsov I.V. Znacheniye vegetativnykh adaptatsionnykh reaktsiy v reabilitatsii bol'nykh s posledstviyami termicheskoy travmy. Refleksoterapiya i komplementarnaya meditsina; 2013; 1 (3): 35-39.
10. Pat. 2398508 RF, МПК А 61 В 5/05. Способ комплексной оценки адаптационного потенциала / Polyakova A.G., Drubich T.V., Arefev I.Yu., Eriskin D.V. № 2009120996/14; заявлено 02.06.2009; опубл. 10.09.10, Бул. № 25.
11. Garkavi L.Kh., Kvakina E.B., Kuz'menko T.S. Antistressornye reaktsii i aktivizatsionnaya terapiya. Reaktsiya aktivatsii kak put' k zdorov'yu cherez protsessy samoregulyatsii. M.: Imedis; 1998.
12. Betskiy O.V., Krenitskiy A.P., Mayborodin A.V., Tupikin V.D. Biofizicheskie efekty voln teragertsovogo diapazona i perspektivy razvitiya novykh napravleniy v biomeditsinskoy tekhnologii: «Teragertsovaya terapiya» i «Teragertsovaya diagnostika». Biomeditsinskie tekhnologii i radioelektronika; 2003; 12:3-6.
13. Ivanov A.N. Regul'yatornye efekty voln teragertsovogo diapazona chastot. Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy; URL: 2012;2(6):392-399. URL: http://medconfer.com/.
14. Bogomolova N.V., Dulatov R.M., Kireev S.I. Kompleksnoe eksperimental'noe i klinicheskoe issledovanie effektivnosti KVCh-terapii na chastotakh oksida azota v vosstanovitel'nom lechenii patsientov s perelomami kostey. Vest. novykh med. tekhnologii; 2010; 17(1): 107-110.
15. Balchugov V.A., Polyakova A.G., Anisimov S.I., Efimov. KVCh-terapiya nizkointensivnym shumovym izlucheniem. N. Novgorod: izd-vo NGU; 2002.
16. Kameney Yu.F. Primeneniye elektromagnitnogo izlucheniya v travmatologii i ortopedii. Millimetrovye volny v biologii i meditsine; 1999; 2: 20-24.
17. Shevchenko S.D., Makolints V.I. Opyt lecheniya elektromagnitnym izlucheniem millimetrovogo diapazona neteplovoy intensivnosti nekotorykh ortopedicheskikh zabolevaniy. Millimetrovye volny v biologii i meditsine 1996; 8: 69-70.
18. Polyakova A.G., Buylova T.V. Kompleksnoe izuchenie KVCh vozdeystviya v eksperimente i v reabilitatsii bol'nykh s degenerativno-distroficheskoy patologией крупnykh sustavov. Millimetrovye volny v biologii i meditsine. 1999; 1: 22-27.
19. Polyakova A.G., Kareva O.V., Loskutova N.V. KVCh-punktura v kompleksnoy reabilitatsii detey s sindromom vertebrobazilyarnoy nedostatochnosti pri deformatsiyakh pozvonochnika. Voprosy kurortologii, fizioterapii i лечеб. fiz. kul'tury. 2004; 1: 9-12.
20. Polyakova A.G., Kareva O.V. Nemedikamentoznye innovatsionnye tekhnologii v kompleksnoy meditsinskoy reabilitatsii detey rannego vozrasta. V kn.: Materialy mezhdunar. kongr. «Profilaktika i lechenie metabolicheskikh narusheniy i sosudistyykh zabolevaniy. Mezhdistsiplinarnyy podkhod». M.; 2013:64-65.
21. Polyakova A.G. Vliyaniye nizkointensivnykh elektromagnitnykh izlucheniy mikrovolnovogo diapazona na fundamental'nye aspekty zhiznedeystel'nosti organizma v protsesse meditsinskoy reabilitatsii. Med. al'manakh; 2015; 1 (36): 138-140.
22. Polyakova A.G., Aleynik D.Ya. Vliyaniye nizkointensivnykh mikrovoln na kletochnuyu aktivnost' dermal'nykh fibroblastov razlichnogo geneza. Vestnik Nizhegorodskogo un-ta. Seriya «Biologiya»; 2013; 6: 146-152.

23. Polyakova A.G., Dmitriev G.I., Korotkova N.L., Kareva O.V. Printsipy vosstanovitel'nogo lecheniya detey i podrostkov, perenesshikh ozhogovuyu travmu, na etapakh reabilitatsii. V kn.: Materialy pyatogo mezhdunar. kongr. «Vosstanovitel'naya meditsina i reabilitatsiya 2008». M.; 2008: 128-129.
24. Polyakova A.G., Kareva O.V. Sovremennye aspekty reabilitatsii detey s patologiyey oporno-dvigatel'nogo apparata posle vysokotekhnologichnykh operatsiy. V kn.: Materialy mezhdunar. kongr. «Porazheniya ODA i sportivnaya travma: lechenie i reabilitatsiya» /pod red. S.B. Shevchenko. M.; 2015: 40-41.
25. Presnyakova M.V., Polyakova A.G., Kostina O.V., Kuznetsova V.L., Strelkova I.G., Starikova M.A., Pototskaya M.S. Otvet sistemy gemostaza obozhzhennykh patsientov na kratkosrochnoe obлучenie EMI KVCh obraztsov krovi in vitro. Tromboz, gemostaz i reologiya; 2016; 2 (66): 73-78.
26. Polyakova A.G., Sazonova I.E., Volovik M.G., Peretyagin P.V., Zakharova D.V. Vliyaniye nizkointensivnykh EMI 110-170GGts na sostoyaniye tkanevogo krovotoka v kozhnom loskute krysa. Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny; 2014; (6): 25-31.
27. Polyakova A.G., Kuznetsova V.L., Presnyakova M.V. Vliyaniye shirokopolosnykh mikrovoln sub- i millimetrovogo diapazonov na biokhimicheskiy metabolism v usloviyakh eksperimental'noy tkanevoy ishemii in vivo. Sovremennyye Tekhnologii V Meditsine: STM; 2016; 8 (3): 112-119.
28. Polyakova A.G., Solov'eva A.G., Sazonova I.E., Zakharova D.V. Kharakter vliyaniya elektromagnitnogo izlucheniya krayne vysokikh chastot na pro- i antioksidantnyy status krovi v eksperimente. Biofizika; 2016; 61 (1): 131-137.
29. Polyakova A.G., Korotkova N.L., Malysheva I.E. Kontrol' rezervov adaptatsii v protsesse rekonstruktivno-vosstanovitel'nogo lecheniya bol'nykh s posledstviyami ozhogov. Voprosy travmatologii i ortopedii: elektron. nauch.-prakt. zhurn.; 2012; 2 (3): 149-150. URL: <http://www.vto-journal.ru>.

РЕЗЮМЕ

Рассматриваются авторские подходы к выбору объема, направленности и дозы воздействий при составлении индивидуальных программ реабилитации пациентов с патологией опорно-двигательной системы на основе тестирования интенсивности кожных симпатических реакций, отражающей адаптационные возможности организма.

Представлен обзор экспериментальных работ, выполненных в Приволжском федеральном медицинском исследовательском центре, по исследованию реабилитационных эффектов низкоинтенсивных микроволн в шумовом режиме излучения с различными диапазонами *in vitro* и *in vivo*. При облучении дермальных фибробластов частотами 53–78 ГГц зарегистрирован достоверный дозозависимый пролиферативный эффект в культурах здоровых клеток и оптимизация функциональной активности рубцово-измененных клеток, что позволяет использовать микроволны при подготовке пленочных покрытий и для профилактики образования гипертрофических рубцов у больных с последствиями ожогов. Обнаружены разнонаправленные ответные реакции со стороны системы гемостаза при облучении крови здоровых доноров и обожженных с различной экспозицией: активация при одномоментном воздействии и стабилизация при увеличении экспозиции до 30 минут.

На модели экспериментальной ишемии в кожном лоскуте крыс выявлено преимущественное влияние диапазонов 53–78 ГГц и 110–170 ГГц на различные звенья микроциркуляторных нарушений. В диапазоне 110–170 ГГц, содержащем молекулярные спектры O_2 и NO, зарегистрирован более выраженный сосудистый эффект, диапазон 53–78 ГГц проявил преимущественно противовоспалительный и антиоксидантный эффекты.

Результаты подтверждают целесообразность дифференцированного внедрения метода микроволновой терапии в реабилитацию больных с последствиями травм и заболеваниями опорно-двигательной системы, особенно у детей в связи с безболезненностью, эффективностью, минимальным перечнем противопоказаний, побочных эффектов и осложнений при использовании сверхнизких дозировок.

Ключевые слова: вегетативная нервная система, адаптационные реакции, симпатическая активность, микроволны, клеточные культуры, тканевой кровотока, биохимический метаболизм, перекисное окисление липидов, гемостаз.

ABSTRACT

Discusses the author's approaches to the choice of volume, orientation and dose effects when preparing individual rehabilitation programmes for patients with diseases of the musculo-skeletal system based on intensity test of skin sympathetic reactions reflecting the adaptation possibilities of organism.

Provides an overview of the experimental work performed in privolzhskiy Federal medical research center to study rehabilitation effects from high to low intensity microwaves in noise radiation mode with different ranges of *in vitro* and *in vivo*. When exposed to dermal fibroblasts frequencies 53–78 GGc registered reliable dozozawisimy proliferative effects in healthy cells and optimization of functional activity of stiff altered cells, which allows the use of microwaves in the preparation film coverings and for prevention of formation of hypertrophic scarring in patients with consequences of burns. Found opposite reactions on the part of the hemostatic system when exposed to the blood of healthy donors and burned with different exposure: activates when a 60 second exposure and stabilization with an increase exposure of up to 30 minutes.

On the model of experimental ischemia in rats revealed loskute dermal preemptive influence ranges 53–78 and 110–170 GGc to various parts of Microcirculatory disorders. In the range 110–170 GGc, containing molecular spectra of O_2 and NO more pronounced registered vascular effect range 53–78 GGc showed predominantly anti-inflammatory and antitoksicheskij effects.

The results confirm the usefulness of a differentiated implementation method of microwave therapy in rehabilitation of patients with consequences of traumas and diseases of the musculoskeletal system, especially in children with regard to efficiency, minimal, painlessness list of contraindications, side-effects and complications when using low dosages.

Keywords: the autonomic nervous system, Adaptive reaction, sympathetic activity, microwaves, cell cultures, tissue blood flow, biochemical metabolism, and antioxidant system, hemostasis.

Контакты:

Полякова А.Г.

E-mail: ag.polyakova@yandex.ru