

На правах рукописи

Сергеенко Елена Юрьевна

**Электроимпульсная высокотоновая терапия
в восстановительном лечении детей
с детским церебральным параличом**

14 00 51 – восстановительная медицина, лечебная физкультура
и спортивная медицина, курортология и физиотерапия

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук**



**Москва
2007**

Диссертация выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

Научный консультант:

Доктор медицинских наук,
профессор

Б.А.Поляев

Официальные оппоненты:

Академик РАМН,
доктор медицинских наук,
профессор

В.М.Боголюбов

Доктор медицинских наук,
профессор

М.Ю.Герасименко

Доктор медицинских наук,
профессор

А.А.Алиханов

Ведущая организация: ГОУ ВПО «Московская медицинская академия им И М Сеченова Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

Защита состоится «___» _____ 2007 г. в «___» часов на заседании диссертационного совета Д 208 072 07 при Российском государственном медицинском университете

Адрес 117997, Москва, ул Островитянова, д 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГМУ

Адрес 117997, Москва, ул Островитянова, д 1

Автореферат разослан «___» _____ 2007 г

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук, профессор

Г.Е.Иванова

Актуальность проблемы

Современные тенденции развития физиотерапии направлены на изучение новых методик лечебного физического воздействия, поиск новых эффективных лечебных физических факторов, поэтому адекватное дозирование физиотерапевтических воздействий является актуальной проблемой. В педиатрической практике решение данной проблемы стоит в ряду первоочередных задач, поскольку именно у детей в большинстве случаев не разработаны жесткие принципы дозирования применяемых параметров лечебного воздействия (Пономаренко Г Н, 2003, Разумов А Н, Хан М А с соавт, 2003). В настоящее время необходима разработка научно обоснованных подходов к определению дозиметрических параметров физиотерапевтического воздействия на основе применения высокочувствительных, легко доступных интегральных маркеров состояния организма человека (Голованов М В, 1998, Илларионов В Е, 2004, Аладишвили Н З, 2005).

Организм ребенка характеризуется рядом качественных отличий, тем больших, чем меньше возраст ребенка, поэтому от физиотерапевта требуется особая осторожность при назначении процедур (Боголюбов В М, 2002). На этапе решения проблемы адекватного дозирования были разработаны аппараты с биологической обратной связью, реализующие свое действие в зависимости от динамики изменений физических характеристик тканей пациента (Пономаренко Г Н с соавт, 2003, Улащик В С, 2003, Gunter R, Jantsch H, 1996, Bjordal J M et al, 2001), предложен метод подбора дозы, основанный на контроле уровня адаптивных реакций посредством подсчета процентного содержания лимфоцитов в лейкоцитарной формуле и их соотношения с сегментоядерными нейтрофилами (Преображенский В Н с соавт, 2000). Но, несмотря на исследования, проводимые в области дозиметрии в физиотерапии, научные

работы в этой области столь малочисленны, что актуальность дальнейшего развития этой проблемы не вызывает сомнения

Вместе с тем, непрерывный рост количества детей с неврологической патологией и значительные социальные последствия определяют детский церебральный паралич (ДЦП) как серьезную медико-социальную проблему. Эпидемиологические исследования показывают, что частота случаев ДЦП в России неуклонно растет. Если в 1964 г. было 0,4 больных ДЦП на 1000 детского населения, то в 1972 г. цифра возросла до 1,7-2,4, в 1988 г. – до 3,3 (Бадалян Л.О. с соавт., 1988). Распространенность ДЦП по данным А.С. Петрухина (2004) составляет 2,3 случая на 1000 детей, что соответствует частоте встречаемости заболевания в большинстве стран мира.

В то же время известно, что, несмотря на использование в лечении детей с ДЦП комплексных программ и регулярность проводимой терапии, эффективность традиционного комплекса восстановительных мероприятий, по данным разных авторов, составляет 50-70% (Деменко В.Д., 1994, Кротенко Е.Н., 2003 и др.). Многие программы восстановительного лечения пациентов с ДЦП характеризуются недостаточной эффективностью, что, по-видимому, связано с неадекватным дозированием физического фактора и построением восстановительных программ без полноценного учета патогенетических звеньев развития заболевания.

Разработка новой технологии лечения детей с детским церебральным параличом – электроимпульсной высокочастотной терапии – потребовала индивидуализации дозиметрических параметров в соответствии с патологией, возрастом, тяжестью заболевания и адаптационными возможностями организма ребенка. В качестве адекватного маркера для объективизации дозиметрических параметров был использован эритроцит периферической крови, как источник и носитель сложного электромагнитного поля, структура которого, порождаемая

биохимическими процессами, управляет метаболической деятельностью клетки, которая является пусковым ключом в цепи физиологических реакций, возникающих в ответ на воздействие физического фактора

В основе электроимпульсной высокотоновой терапии, реализуемой при помощи аппарата НtToP 184, лежит сложномодулированный переменный электрический ток низкой частоты НtToP – это аббревиатура трех слов - High Tone Power, что в буквальном переводе означает «мощность высоких тонов» (May F-U, 2002, 2003) По классификации Международного регламента радиосвязи (1976) и ГОСТ 24375-80 электроимпульсную высокотоновую терапию можно отнести к низкочастотным видам импульсных токов (частота $3 (10^3-10^4)$)

Электроимпульсная высокотоновая терапия базируется на физиологически обоснованной, так называемой «горизонтальной стимуляции», реализующейся посредством плавного изменения несущей частоты в объеме трех октав - от 4 кГц до 32 кГц - при одновременном изменении амплитуды В то же время следует отметить, что амплипульстерапия и интерференцтерапия осуществляют свое действие в режиме «вертикальной стимуляции» Учитывая технические характеристики аппарата и возможности электроимпульсной высокотоновой терапии, рассмотренные с точки зрения физиологии в середине XX века (Schwarz F, 1944, Wyss O, 1967), использование данного фактора в программе восстановительного лечения детей, страдающих детским церебральным параличом, представляется целесообразным и обоснованным

В отечественной и зарубежной литературе не встречаются работы, касающиеся применения метода электроимпульсной высокотоновой терапии (ЭлВТТ) у детей, не обоснованы механизмы действия и эффективность ЭлВТТ, и по-прежнему остается неразрешенной и

актуальной проблема выбора критериев оптимальности при дозировании физических факторов у детей

Цель исследования - научное обоснование, разработка методики и оценка эффективности электроимпульсной высокотоновой терапии с целью улучшения результатов лечения больных с детским церебральным параличом на основе определения дозиметрических параметров воздействия для детей различных возрастных групп

Задачи исследования:

1 Изучение возможности использования эритроцита периферической крови и его электрокинетических показателей в качестве инструмента медико-биологического тестирования состояния гомеостаза в норме и при воздействии электроимпульсной высокотоновой терапии у детей и подростков, страдающих детским церебральным параличом, на основе применения методики знакопеременного клеточного микроэлектрофореза

2 Теоретическое обоснование и разработка показаний, противопоказаний и дозиметрических параметров электроимпульсной высокотоновой терапии у детей с детским церебральным параличом

3 Определение механизмов и эффективности воздействия электроимпульсной высокотоновой терапии на организм детей с детским церебральным параличом в возрасте от 5 до 14 лет на уровне нервных регуляций посредством оценки динамики изменений мышечного тонуса и степени нарушения координации

4 Проведение анализа гуморальной регуляции в процессе применения электроимпульсной высокотоновой терапии

5 Определение динамики изменений мозгового кровообращения у детей и подростков с детским церебральным параличом на фоне применения электроимпульсной высокотоновой терапии

6 Разработка технологии применения электроимпульсной высокотоновой терапии у детей с детским церебральным параличом и оценка клинических данных в динамике

7 Исследование основных закономерностей влияния электроимпульсной высокотоновой терапии в качестве моновоздействия и в комплексной восстановительной программе для детей с детским церебральным параличом

Научная новизна. Впервые в физиотерапевтической практике был применен метод знакопеременного клеточного микроэлектрофореза, позволяющий оценить клеточный биоэлектrogenез, на основе изменений которого определены дозиметрические показатели электроимпульсной высокотоновой терапии. Впервые при помощи метода знакопеременного клеточного микроэлектрофореза изучены электрокинетические параметры эритроцита периферической крови в норме у детей и подростков

Впервые обоснованы и разработаны подходы к определению дозиметрических параметров электроимпульсной высокотоновой терапии у детей с детским церебральным параличом. Впервые при детском церебральном параличе изучены механизмы и эффекты действия электроимпульсной высокотоновой терапии на клиническом, нейрогуморальном и клеточном уровне с использованием эритроцита периферической крови как клетки-маркера, позволяющего оценить по изменению электрофоретической подвижности адекватность доз применяемого воздействия

Практическая значимость. В результате проведенного исследования разработаны показания, противопоказания, методика и дозиметрические параметры электроимпульсной высокотоновой терапии для детей, страдающих спастическими формами детского церебрального паралича

На основе клеточных и нейрогуморальных механизмов обоснованы применяемые дозы ЭлВТТ в соответствии с возрастной периодизацией. На основании результатов исследования доказана необходимость подбора дозиметрических параметров преформированного физического фактора с учетом возраста ребенка. Получены новые данные о механизме воздействия электроимпульсной высокотоновой терапии на клеточном уровне, что позволяет использовать методику знакопеременного клеточного микроэлектрофореза в качестве скрининг-теста при определении дозиметрических параметров в физиотерапии.

Положения, выносимые на защиту:

1 Электроимпульсная высокотоновая терапия оказывает воздействие на центральные механизмы обеспечения двигательной функции на основе активизации нейро-гуморальных регуляторных механизмов, активизации мозгового кровотока в совокупности с воздействием на периферические звенья функциональной системы движения при лечении спастических форм детского церебрального паралича.

2 Дозиметрические параметры электроимпульсной высокотоновой терапии (продолжительность процедуры, количество процедур на курс лечения) необходимо определять при помощи метода знакопеременного клеточного микроэлектрофореза с использованием эритроцита периферической крови в качестве интегрального маркера состояния гомеостаза организма человека.

3 Использование дифференцированной методики электроимпульсной высокотоновой терапии у детей от 5 до 14 лет, основанной на явлениях резонанса и синхронизации, повышает эффективность восстановительного лечения пациентов с детским церебральным параличом.

Внедрение результатов в клиническую практику. Методика электроимпульсной высокотоновой терапии внедрена в практику работы отделения восстановительного лечения психоневрологических больных и

больных с нарушением функции опорно-двигательного аппарата ГУ Российской детской клинической больницы Росздрава, детской клинической больницы №3 г Ярославля, Центра реабилитации клиники Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им И П Павлова

Апробация работы. По результатам работы сделаны доклады на V Всероссийской конференции РеаСпоМед (Москва, март 2005), III международной конференции «Болезни цивилизации в аспекте учения В И Вернадского» (Москва, октябрь 2005), XXIII научно-практической конференции РМАПО «Морфометрия в диагностике болезней» (Москва, октябрь 2005), IX международной конференции «Современные технологии восстановительного лечения» (Сочи, май 2006), конгрессе «Человек в экстремальных условиях здоровье, надежность и реабилитация» (Москва, октябрь 2006), VI Всероссийской научно-практической конференции «Современные подходы к медико-психологической реабилитации лиц опасных профессий» (Москва, ноябрь 2006), международной научной конференции «Состояние и перспективы развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед – 2006» (Москва, декабрь 2006), международной конференции «Спортивная медицина и реабилитация – 2007» (Москва, февраль 2007)

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на совместной научной конференции кафедры лечебной физкультуры, спортивной медицины и физического воспитания ГОУ ВПО РГМУ Росздрава, отделения восстановительного лечения психоневрологических больных и больных с нарушением функции опорно-двигательного аппарата ГУ РДКБ Росздрава и отделения физиотерапии и реабилитации МОНИКИ им М Ф Владимирского

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 33 печатные работы, получены свидетельство Российского агентства по патентам и

товарным знакам об официальной регистрации программы для ЭВМ №2003610142 от 10 01 2003 (Роспатент), Патент Российской Федерации №2293548 от 24 01 2006 г

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 358 страницах машинописного текста, состоит из введения, шести глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и библиографии. Диссертация содержит 38 таблиц, 48 рисунков. Библиографический указатель включает 286 отечественных и 141 иностранных источников.

Содержание работы:

Объект, материалы, методы исследования и лечения

Под наблюдением находилось 455 детей, из них 365 пациентов с детским церебральным параличом (в форме спастического гемипареза или спастического тетрапареза) в возрасте от 5 до 14 лет и 90 здоровых детей того же возраста. На основании возрастной периодизации А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной (2006) каждая группа была разделена на три подгруппы 1-го детства (5-7 лет), 2-го детства (8-11 лет), подростковая (12-14 лет).

В основной группе (237 чел.) использовали электроимпульсную высокочастотную терапию (ЭлВТТ), в группе сравнения (128 чел.) применялись синусоидальные модулированные токи (СМТ-терапия). На следующем этапе лечения в обеих группах проводились занятия лечебной физкультурой по методике Войта и «Баланс».

Материалы и методы исследования: сбор анамнеза, неврологический осмотр, определение уровня спастичности мышц по шестибальной шкале Ашфорта, неврологические координаторные пробы с оценкой по пятибальной шкале, электродиагностика методом построения кривой «Сила тока - длительность импульса», ультразвуковое дуплексное исследование сосудов головы и шеи, построение гормонального профиля с определением уровня гормонов (гипофизарных - фолликулостимулирующего, лютеинизирующего, пролактина, соматотропного, тиреотропного и гормонов периферических эндокринных желез - инсулина, кортизола, тироксина и трийодтиронина), измерение

артериального давления и частоты пульса, определение длины тела детей, компьютерная и магниторезонансная томография, биохимический анализ крови с исследованием триглицеридов, креатинфосфокиназы, аминотрансфераз (аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы), лактатдегидрогеназы, амилазы, глюкозы, щелочной фосфатазы и холестерина, липидограмма с исследованием липопротеинов высокой плотности, липопротеинов низкой плотности, липопротеинов очень низкой плотности и хиломикрон, метод знакопеременного клеточного микроэлектрофореза, математическая обработка результатов исследования (ППП BioStat 3 0)

Методика электроимпульсной высокотоновой терапии для лечения детей со спастическими формами ДЦП

В основной группе с целью лечения детей со спастическими формами ДЦП (спастический гемипарез или спастический тетрапарез) была впервые использована электроимпульсная высокотоновая терапия, реализуемая при помощи аппарата HiTop 184 В основе электроимпульсной высокотоновой терапии лежит переменный синусоидальный ток низкой частоты, модулирующийся по частоте и амплитуде, поэтому метод лечения обозначается как метод одновременной частотно-амплитудной модуляции (Simultane Frequens Amplituden Modulation - Simul FAM) и подразделяется на 2 программы 1 Simul FAM 1 – во время процедуры несущая частота плавно циклически изменяется от 4096 Гц до 32768 Гц и обратно, при этом минимальная частота соответствует минимальной амплитуде, максимальная частота – максимальной амплитуде , 2 Simul FAM X – несущая частота модулируется выбранной частотой в диапазоне от 0,1 Гц до 200 Гц, при этом максимальная амплитуда совпадает с минимальной частотой, минимальная амплитуда соответствует максимальной частоте

Разработанная методика электроимпульсной высокотоновой терапии для лечения детей со спастическими формами ДЦП предполагает одновременное использование 2-х каналов (рис 1)

1-й канал предназначался для проведения общего воздействия с использованием программы Simul FAM i. Использовались пять электродов, которые располагались следующим образом: первый электрод - в воротниковой области на уровне Сп-Сvii, второй и третий - в середине задних поверхностей предплечий, четвертый и пятый - на подошвенных поверхностях стоп. При вращении регулятора интенсивности определялись субпороговые значения силы тока на низкой (4 кГц) и более высокой (16 кГц) частотах.

2-й канал использовался с включением программы Simul FAM X с модулирующей частотой 0,1-1,5 Гц. 1-й электрод из трех располагался в области позвоночника на уровне Th_{III}-Th_{VII} или Th_X-L₃. Первые две процедуры из пяти проводились с локализацией 2-го и 3-го электродов на передней поверхности плеча в средней трети. Последние три процедуры проводились с наложением 2-го и 3-го электродов в средней трети бедер на передней поверхности.

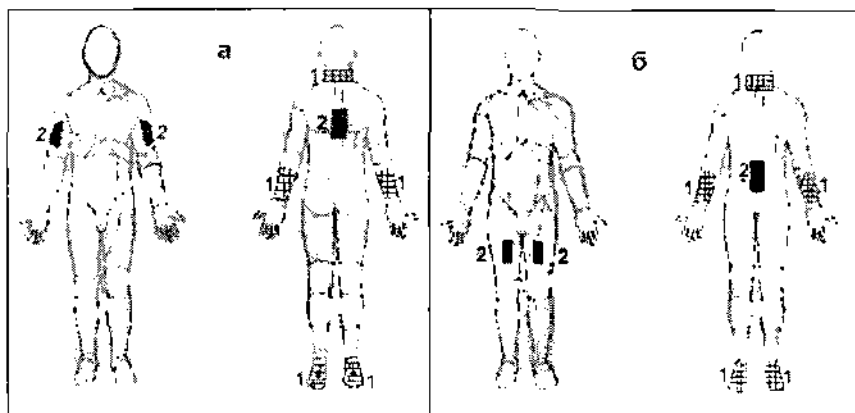


Рис. 1. Методика электроимпульсной высокотоновой терапии для лечения детей со спастическими формами ДЦП

Расположение электродов: а - процедуры № 1-2; б - процедуры № 3-5;
1 - 1-й канал; 2 - 2-й канал

Дозиметрические параметры электроимпульсной высокотоновой терапии (количество процедур на курс, продолжительность процедуры)

были определены на основании изменения электрокинетических характеристик эритроцитов периферической крови у детей, страдающих ДЦП. Процедуры проводились ежедневно, курс лечения состоял из 5 процедур, продолжительность процедуры для детей подгруппы 1-го детства (5-7 лет) составляла 10 мин, подгруппы 2-го детства (8-11 лет) – 20 мин, подростковой подгруппы (12-14 лет) – 30 мин.

Плотность тока определялась в соответствии с возрастной подгруппой и использованным каналом воздействия. В результате, на 1-ом канале (общее воздействие) средняя плотность тока в подгруппе 1-го детства составила на первом пороге чувствительности 0,04 - 0,11 мА/см², на втором пороге – 0,13-0,46 мА/см², в подгруппе 2-го детства соответственно 0,05 – 0,10 мА/см² и 0,23 – 0,33 мА/см², в подростковой подгруппе – 0,05 - 0,13 мА/см² и 0,17 - 0,42 мА/см². Таким образом, показатель средней плотности тока во всех возрастных подгруппах был примерно одинаков и достоверного отличия в подгруппах не имел ($P>0,05$). Полученные данные характеризуют среднюю величину плотности тока в подгруппах, но не могут быть отправными точками при индивидуальном подборе силы тока во время процедуры ЭлВТТ.

На 2-ом канале (сегментарно-рефлекторное воздействие с включением периферических звеньев функциональной системы движения) средняя плотность тока в подгруппе 1-го детства составила 0,09 - 0,41 мА/см², в подгруппе 2-го детства - 0,10 – 0,42 мА/см², в подростковой подгруппе – 0,06 - 0,23 мА/см². Анализ вышеприведенных данных позволяет констатировать тот факт, что средняя плотность тока не имела статистически достоверных отличий между подгруппой 1-го и 2-го детства ($P>0,05$). В подростковой подгруппе средняя плотность тока была достоверно меньше ($P<0,05$), чем в подгруппе 1-го и 2-го детства. Поскольку плотность тока находится в прямо пропорциональной зависимости от силы тока, которая, в свою очередь, связана обратно

пропорциональной зависимостью с сопротивлением тканей, можно полагать, что в подростковый период сопротивление тканей возрастает, что обусловлено гормональными изменениями, характерными для данного возраста.

В течение времени, отпущенного для процедуры, применялась музыкотерапия с включением естественных гармонизирующих звуков (шум дождя, звуки леса, пение птиц, шум прибоя) Использование музыкотерапии при ДЦП в совокупности с работой других сенсорных каналов обосновано, поскольку в литературе встречаются данные экспериментального выявления нисходящих волокон от височной области, где расположен корковый центр слуха, к стриопаллидарному комплексу и оградке, верхним холмам четверохолмия, красному ядру, черной субстанции, некоторым ядрам таламуса, ядрам моста, ретикулярной формации ствола мозга и пирамидному пути (Ноздрачев А Д, 1991) Канал слуховой функциональной системы имеет большое количество входов из различных отделов ЦНС к нижнему двуххолмию из зрительной, теменной и моторных областей коры, к кохлеарным ядрам из мозжечка, на различных уровнях слуховой системы вступают волокна из ретикулярной формации Учитывая соответствие несущей частоты электроимпульсной высокочастотной терапии рабочим частотам функциональных систем, можно полагать, что воздействие несущей частоты, с одной стороны, и слуховые стимулы, с другой, потенцируют друг друга и способствуют возникновению положительного клинического эффекта у детей со спастическими формами ДЦП Приведенные данные в совокупности с результатами, полученными в ходе исследования, позволяют утверждать, что использование музыкотерапии необходимо при лечении детей с ДЦП и должно применяться в составе комплексного восстановительного лечения данной патологии

В группе сравнения использовались синусоидальные модулированные токи, реализуемые при помощи аппарата «Амплипульс-5». Курс лечения состоял из 2-х этапов. 1 этап - электроды располагались на уровне Th_x-L₁. Режим I, род работы III, частота 30 Гц, глубина модуляции 75%, длительность посылок 1-1 с, сила тока – до ощущения вибрации (6-12 мА), продолжительность процедуры составляла у детей дошкольного возраста – 6 мин, старше 7 лет – 10 мин. На 2-ом этапе электроды располагались на уровне Сп-Th_{II}. Используемые параметры были аналогичны вышеприведенным. Процедуры проводились ежедневно, курс лечения включал 10 процедур.

Результаты исследований и обсуждение

Введение метода электроимпульсной высокочастотной терапии, ранее не применявшегося в педиатрической практике, в программу восстановительного лечения детей, страдающих детским церебральным параличом, потребовало разработки дозиметрических параметров.

В настоящей работе обосновано использование клетки как инструмента медико-биологического тестирования состояния гомеостаза для определения параметров физиотерапевтического воздействия. Побудительным мотивом к рассмотрению клетки как тест-системы явились многочисленные исследования, утверждающие, что клетка, как основная структурно-функциональная единица организма, в то же время представляет собой первичную функциональную систему.

Для определения дозиметрических параметров электроимпульсной высокочастотной терапии в выделенных возрастных подгруппах основной группы использовали метод знакопеременного клеточного микроэлектрофореза. На основе амплитуды смещения эритроцитов (Аэр), которая является измеряемым параметром, рассчитывали электрофоретическую подвижность эритроцитов периферической крови (ЭФПэр).

Амплитуда смещения связана с изменениями, возникающими на цитомембране эритроцита, которые позволяют судить о процессах, происходящих во всех мембраносодержащих структурах, в первую очередь отвечающих на физиотерапевтическое воздействие. Многочисленными исследованиями установлена главная роль цитоплазматической мембраны в адаптации клетки к действию различных факторов, включая физические (Чизмаджев Ю А с соавт, 1982, Фултон А, 1987 и др). Цитомембрана эритроцита играет роль барьера между внутриклеточным содержимым и внешней средой, ограничивая свободный двусторонний поток низко- и высокомолекулярных веществ, причем проницаемость цитомембраны определяется ее функциональным состоянием. Пассивный транспорт веществ через мембрану осуществляется по электрохимическому градиенту, который определяется электрохимическим потенциалом. Активный транспорт идет против градиента концентрации с затратой энергии. К настоящему времени наиболее изучен $K^+ - Na^+$ насос, посредством которого осуществляется активный транспорт. В присутствии фермента (интегрального белка мембраны) $K^+ - Na^+$ АТФ-азы насос откачивает ионы натрия из клетки и накачивает в клетку ионы калия, используя для этого энергию АТФ (Волькенштейн М В, 1988, Владимиров Ю А, 1994). Следовательно, при изменении трансмембранного потенциала в сторону увеличения активизируется работа $K^+ - Na^+$ насоса, в результате расщепляется АТФ с образованием АДФ и остатка фосфорной кислоты, который присоединяется к молекуле АТФ-азы и происходит фосфорилирование, лежащее в основе изменения пространственной структуры белка (конформации).

В современных исследованиях по биофизике мембран убедительно показано, что в норме и при различных патологических процессах в большинстве случаев одним из первичных звеньев патоморфогенеза на надмолекулярном и клеточном уровнях является нарушение равновесия

между динамическими процессами электрогенеза (формирования трансмембранного потенциала), активным транспортом электролитов и конформационным состоянием надмолекулярных и ферментных рецепторных комплексов. В основе функциональных изменений клетки лежит трансформация ее электрического заряда (Чухраев Н В с соавт, 2001)

При действии переменного низкочастотного электрического поля, лежащего в основе методики знакопеременного клеточного микроэлектрофореза, клетка с двойным электрическим слоем вступает в движение, при этом часть противоионов, наиболее близко расположенных к поверхности цитомембраны, будет двигаться вместе с клеткой. Поверхность скольжения, разделяющая сцепленные с клеткой и движущиеся вместе с ней ионы от несвязанных с ней ионов, образует электрокинетический (поверхностный) потенциал или дзета-потенциал (ζ -потенциал), который является электрокинетической компонентой трансмембранного потенциала.

Поскольку выявление электрического заряда клетки и собственно дзета-потенциала прямыми способами является достаточно сложным, их определяют через расчетные математические способы по электрофоретической подвижности посредством определения скорости перемещения клеток в постоянном электрическом поле или амплитуде их смещения в переменном электрическом поле. При этом электрический заряд клетки, плотность электрического заряда, дзета-потенциал и электрофоретическая подвижность находятся в прямой зависимости друг от друга и обуславливаются количественным и качественным составом цитомембраны.

Дзета-потенциал является электрокинетической компонентой трансмембранного потенциала, представляющего собой разность потенциалов между внутренней и внешней плазматической поверхностью, обусловленной неодинаковой концентрацией ионов внутри и вне клетки.

Большинство исследователей считают, что дзета-потенциал и трансмембранный потенциал взаимосвязаны, причем под биоэлектрическими свойствами клеток подразумеваются взаимодействующие параметры трансмембранного и дзета-потенциалов (Харамоненко С С, Ракитянская А А, 1974) Биофизическая теория электрофореза объясняет формирование клеткой электрического заряда, исходя из уровня метаболизма, иными словами, электрический потенциал соответствует энергетическому потенциалу клетки, сохранение и своевременное восстановление которого необходимо для поддержания гомеостаза (Вауер J, 1994)

Показатель электрофоретической подвижности эритроцитов прямо пропорционально связан с поверхностным потенциалом (дзета-потенциалом), по изменению которого можно судить о направленности процессов трансмембранного переноса, определяющих величину трансмембранного потенциала, который лежит в основе характеристики метаболических процессов В связи с этим можно говорить об электрофоретической подвижности (ЭФП), как о показателе необходимом и достаточном для определения состояния клетки, как структуры, первой отвечающей на физиотерапевтическое воздействие и определяющей последующий каскад физиологических реакций

Для определения электрофоретической подвижности эритроцитов использовали математическую формулу

$$u = A d / U_{эл} t_{с п}$$

где

u - электрофоретическая подвижность эритроцитов,

A – амплитуда колебаний эритроцитов,

d – расстояние между электродами электрофоретической ячейки,

$t_{с п}$ - время смены полярности,

$U_{эл}$ – разность потенциалов (напряжение) на электродах электрофоретической ячейки

Контрольными цифрами электрофоретической подвижности эритроцитов служили данные, полученные при обследовании здоровых детей в возрасте от 5 до 14 лет. Группа здоровых детей (90 чел.) была разделена на пять подгрупп: 1 подгруппа - 5-6 лет (18 чел.), 2 подгруппа - 7-8 лет (18 чел.), 3 подгруппа - 9-10 лет (18 чел.), 4 подгруппа - 11-12 лет (18 чел.), 5 подгруппа 13-14 лет (18 чел.) с целью точного определения ЭФПэр, соответствующей конкретному возрасту ребенка.

Таким образом, основными отправными точками нашего подхода стали следующие постулаты: энергетическая система всех клеток построена по единому принципу на основе биоэлектрического компонента, как одного из ведущих факторов обеспечения процессов метаболизма и внешней деятельности, все изменения в биосистеме начинаются с изменений количества и распределений электрических зарядов, являющихся константой интенсивности электромагнитных взаимодействий между структурами и функциональными системами биообъекта, клетка, точнее ее мембрана, является биологическим триггером, способным по сигналу извне переключаться из одного состояния в другое. С другой стороны, использование клеток крови, в частности эритроцитов, в качестве тест-системы отражает холистический подход к человеку, который позволяет рассматривать организм как единое целое. Данная концепция основана также на утверждении о том, что кровь является третьей интегрирующей системой организма после нервной и иммунной систем.

Утверждение проф. В. Е. Илларионова (2003) о том, что «исходными данными для определения доз воздействия физиотерапевтических факторов являются параметры клеточной биоэнергетики», было положено в основу определения дозиметрических параметров электроимпульсной высокочастотной терапии на базе электрокинетических показателей (амплитуды и электрофоретической подвижности) эритроцита периферической крови.

На первом этапе исследования была определена ЭФПэр здоровых детей и установлена зависимость показателя от возраста и пола детей в возрастном диапазоне от 5 до 14 лет. В результате проведенного исследования достоверных отличий ЭФПэр у детей в зависимости от возраста и пола выявлено не было ($P > 0,1$). Установлено, что ЭФПэр у детей в возрасте 5-14 лет колеблется от 0,48 мкм см/в сек до 0,50 мкм см/в сек и в среднем составляет $0,49 \pm 0,02$ мкм см/в сек.

Для определения зависимости ЭФПэр от клинической формы ДЦП из подгруппы 1-го детства были выделены две выборки – пациенты с ДЦП в форме спастического гемипареза (18 чел.) и пациенты с ДЦП в форме спастического тетрапареза (18 чел.). Полученные данные свидетельствовали о том, что ЭФПэр при гемипаретической ($0,43 \pm 0,01$ мкм см/в сек) и тетрапаретической ($0,41 \pm 0,02$ мкм см/в сек) форме ДЦП не имели достоверных отличий ($P > 0,1$). Данное обстоятельство позволило при определении дозиметрических показателей ЭлВТТ на основе ЭФПэр у детей с ДЦП не проводить деление возрастных подгрупп в зависимости от клинических форм заболевания.

В сравнении со средними цифрами ЭФПэр у здоровых детей ($0,49 \pm 0,02$ мкм см/в сек) величина данного показателя - $0,43 \pm 0,01$ мкм см/в сек при гемипаретической форме ДЦП и $0,41 \pm 0,02$ мкм см/в сек при тетрапаретической форме - была ниже. Данный факт подтвердил нашу гипотезу о необходимости выведения данного показателя за счет внешнего воздействия на нормативный уровень. Именно данная позиция стала отправной точкой определения дозиметрических параметров ЭлВТТ – продолжительности процедуры в зависимости от возраста ребенка и количества процедур на курс лечения.

На следующем этапе исследования было проведено пилотное наблюдение, имеющее своей целью объективизацию влияния ЭлВТТ на ЭФПэр посредством оценки данного показателя после проведения одной

процедуры и определения направленности предполагаемого влияния. Для решения поставленной задачи из подгруппы 1-го детства была выделена выборка детей (24 чел.), в которой сравнивалась ЭФПэр до проведения одной процедуры ЭлВТТ и после нее. Анализ полученных данных показал, что ЭлВТТ обладает нормализующим действием по отношению к ЭФПэр у детей с ДЦП, что выражалось в снижении инициальной ЭФПэр, изначально имеющей величину выше нормы, и повышении ЭФПэр при исходно низких значениях. В выделенных подгруппах ЭФПэр превышала нормальные значения в 10% случаев в подгруппе 1-го детства, в 8% в подгруппе 2-го детства и в 11% в подростковой подгруппе. После одной процедуры ЭлВТТ мы наблюдали снижение изначально повышенной ЭФПэр на 14-20%. При сниженной ЭФПэр после одной процедуры наблюдалось повышение показателя в среднем на 16,9%, при этом обращал на себя внимание тот факт, что, чем больше ЭФПэр отличалась от нормальных значений, тем большее воздействие в сторону нормализации имела ЭлВТТ.

На этапе определения дозиметрических параметров ЭлВТТ пациенты каждой подгруппы были разделены на 9 групп в соответствии с количеством процедур и их продолжительностью. В первых трех группах курс состоял из 3-х процедур, в следующих трех - из 5-и, в последних трех - из 7-и процедур. Соответственно продолжительность процедуры была 10 мин, 20 мин, 30 мин. Определение ЭФПэр осуществлялось до начала лечения, после первой, третьей, пятой процедур или на пятые сутки, седьмой процедуры или на седьмые сутки и на 10 сутки от начала курса лечения. Контрольными цифрами являлась ЭФПэр здоровых детей.

После проведения 3 процедур продолжительностью 30 мин в подгруппе 1-го детства было выявлено достоверное снижение ЭФПэр относительно исходных показателей, что свидетельствовало о превышении возможной возрастной дозы и/или перенапряжении механизмов адаптации (табл 1). На 10-е сутки исследования произошло повышение ЭФПэр, но

значение показателя находилось практически на исходном уровне В связи с полученным эффектом дальнейшие исследования относительно количества процедур при продолжительности процедуры 30 мин были прекращены

Таблица 1

Динамика ЭФПэр у детей подгруппы 1-го детства
в зависимости от количества и продолжительности процедур
($M \pm m$, мкм см/в сек)

Продолжительность и количество процедур		Этапы наблюдения			
		после 3 процедур	на 5-е сутки	на 7-е сутки	на 10-е сутки
10 мин.	3	-	-	-	-
	5	0,46±0,02	0,48±0,01	0,47±0,01	0,47±0,01
	7	0,44±0,005	0,49±0,01	0,41±0,01	0,39±0,01*
20 мин	3	0,42±0,01	0,51±0,005	0,32±0,002*	0,34±0,001*
	5	0,42±0,005	0,39±0,002*	0,40±0,01	0,41±0,005
	7	-	-	-	-
30 мин	3	0,24±0,005*	0,25±0,01*	0,30±0,02*	0,39±0,001*
	5	-	-	-	-
	7	-	-	-	-

* $P < 0,05$ по сравнению с показателями ЭФПэр здоровых детей

Процедура ЭлВГТ у детей с ДЦП продолжительностью 20 мин проводилась курсом из 3 и 5 процедур В результате выявлено, что после курса из 3 процедур ЭФПэр во всех случаях увеличивалась, но на 7-е сутки после начала курса лечения практически возвращалась к исходным показателям, оставаясь сниженной на 10-е сутки, что свидетельствовало о недостаточной дозе физиотерапевтического фактора После 5 процедур при продолжительности процедуры 20 мин ЭФПэр снижалась во всех случаях по сравнению с ЭФПэр после 3 процедур, что также говорило об энергетической нагрузке, превышающей адаптивные возможности организма ребенка Дальнейшее увеличение количества процедур (до 7) при данной продолжительности процедуры (20 мин) не имело смысла, поэтому в основу следующего этапа была положена продолжительность процедуры 10 мин

Учитывая данные, полученные на предыдущем этапе, свидетельствующие о том, что три процедуры ЭлВТТ не достаточны для стойкого увеличения ЭФПэр до нормальных показателей и получения стабильного клинического эффекта, из дальнейшего исследования был исключен курс, состоящий из 3 процедур

При курсе лечения детей с ДЦП в подгруппе 1-го детства, состоящем из 5 процедур с продолжительностью процедуры 10 мин, отмечено, что после 3 процедуры ЭФПэр достоверно не отличалась от нормальных показателей, после 5 – полученные результаты продолжали нарастать. На 7-е и 10-е сутки исследования в этой группе не было отмечено снижения ЭФПэр ниже нормативных показателей, несмотря на некоторое снижение ЭФПэр по сравнению с результатами, полученными после 5 процедуры

У детей, которые проходили лечение с применением курса ЭлВТТ, состоящего из 7 процедур при продолжительности 10 мин, были получены аналогичные результаты после 3 и 5 процедур. После 7 процедуры выявлено снижение ЭФПэр по сравнению с результатами, полученными после 5 процедуры и дальнейшее снижение ЭФПэр на 10-е сутки после начала лечения

Основываясь на показателях ЭФПэр, полученных при различных сочетаниях количества процедур с продолжительностью одной процедуры, было установлено, что для подгруппы 1-го детства оптимальным по энергетическому воздействию является курс, состоящий из 5 процедур с продолжительностью процедуры 10 мин

Аналогичные исследования были проведены в подгруппе 2-го детства и подростковой подгруппе, в результате чего были определены дозиметрические параметры электроимпульсной высокотоновой терапии независимо от подгруппы курс лечения состоял из 5-ти процедур, для детей подгруппы 1-го детства продолжительность процедуры составила 10 мин, подгруппы 2-го детства – 20 мин, подростковой подгруппы – 30 мин

Таким образом, при разработке методики электроимпульсной высокочастотной терапии наряду с характером патологии учитывался возраст ребенка, в максимальной степени определяющий дозу воздействия. Дополнительный анализ физических характеристик (сила тока, сопротивление тканей пациента, мощность в целом и по каждому каналу), доступных для просмотра в течение процедуры, позволяет заключить, что параметры, характеризующие нагрузку на пациента, находятся в прямой зависимости от сопротивления тканей, которое подвержено индивидуальным колебаниям в течение суток и зависит от многих факторов, в частности, от вегетативного и эмоционального состояния ребенка, влажности кожи и других. В связи со значительными индивидуальными и групповыми колебаниями физических характеристик в ходе применения ЭлВТТ нам не удалось установить строгие закономерности изменения приведенных физических параметров. Первоначально выдвинутая гипотеза о возможном снижении сопротивления тканей и увеличении субпороговой силы тока в ходе курса лечения за счет адаптации к воздействию и, как следствие, закономерное уменьшение мощности, не подтвердилась. Напротив, у детей независимо от возрастной подгруппы мы наблюдали два разнонаправленных процесса: с одной стороны, индивидуально подбираемая сила тока увеличивалась на 2-ой процедуре, постепенно снижаясь в ходе курса лечения, с другой стороны, сила тока нарастала постепенно, а в ряде случаев наблюдались колебания, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения.

В процессе клинических наблюдений в ходе курса ЭлВТТ при оценке динамического изменения уровня спастичности, механизм которого по одной из теорий связывается с изменением электрического статуса мембраны мотонейронов, в основной группе у детей с гемипаретической формой ДЦП были отмечены максимально положительные результаты после 3-ей процедуры и после завершения курса лечения, что

соответствовало полученным результатам при определении ЭФПэр на данных этапах исследования (рис.2).

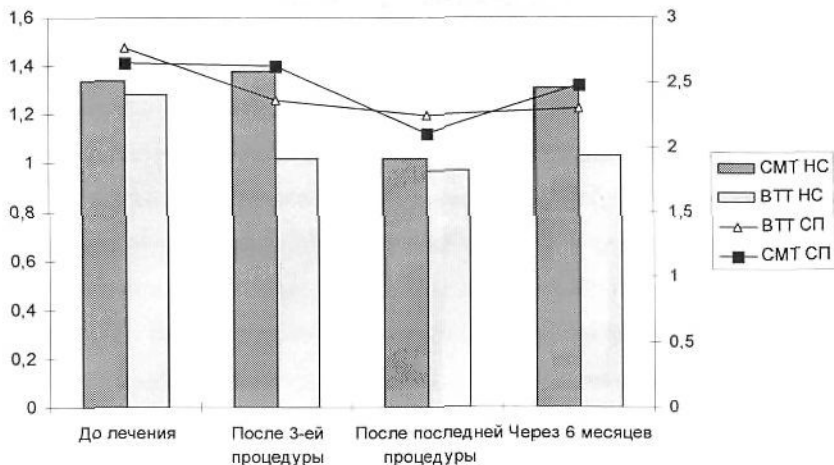


Рис.2. Сравнительная динамика результатов оценки мышечного тонуса у детей подгруппы 1-го детства с гемипаретической формой ДЦП после проведения курсов ЭлВТТ и СМТ-терапии (СП – сторона поражения, НС – непораженная сторона)

Аналогичные результаты наблюдались у детей с ДЦП в форме спастического тетрапареза. В обеих группах более выраженная положительная динамика наблюдалась в подгруппе 1-го детства, но достоверные изменения в группе сравнения были отмечены на пораженной стороне только после окончания курса лечения. В этом контексте уместно подчеркнуть, что максимальные положительные результаты, достигнутые в подгруппе 1-го детства, связаны с наибольшей пластичностью головного мозга ребенка в этот период онтогенеза, его способностью к адаптации и формированию ассоциативных связей на основе поступающей с периферии афферентной импульсации. В раннем возрасте патологический двигательный стереотип еще не полностью сформирован, поэтому, по мнению абсолютного большинства авторов, к которому мы склонны присоединиться, учитывая полученные данные, для выраженного и

стойкого клинического эффекта необходимо максимально раннее начало восстановительного лечения

Катамнестические наблюдения (через 6 месяцев) позволили сделать вывод о достаточно стойком снижении мышечного тонуса у больных с гемипаретической формой ДЦП в основной группе по сравнению с исходными показателями до начала лечения в подгруппах 1-го и 2-го детства полученные результаты на пораженной стороне сохранялись ($P_{1,2} > 0,05$ в сравнении с исходными данными), что не наблюдалось в подростковой подгруппе, где через полгода отмечалась незначительная отрицательная динамика. На непораженной стороне полученные результаты были относительно устойчивыми лишь в подгруппе 1-го детства. Аналогичные результаты и тенденции можно было наблюдать и у детей со спастическим тетрапарезом при сравнении пораженных сторон.

При координаторном тестировании выявленные закономерности позволяют констатировать, что у детей всех возрастных подгрупп с гемипаретической формой ДЦП применение ЭлВТГ привело к статистически значимому улучшению способности сохранять равновесие в позе Ромберга ($P < 0,05$). При повторном тестировании в подгруппе 2-го детства, как в основной группе, так и в группе сравнения, после окончания физиотерапевтических процедур и занятий лечебной физкультурой сохранялась тенденция к снижению оценки в баллах по сравнению с данными исходного тестирования, что свидетельствовало о достоверной положительной динамике ($P > 0,05$) (рис 3).

При проведении пальценосовой пробы в вертикальном положении в основной группе у детей с гемипаретической формой ДЦП мы отметили позитивные сдвиги, как на пораженной стороне ($P_{сп} < 0,05$), так и непораженной ($P_{нс} < 0,05$). В группе сравнения позитивный статистически значимый эффект был получен в подгруппе 1-го детства на пораженной и непораженной стороне, уровень прироста позитивного фактора

соответствовал определению «тенденция» ($P_1 > 0,05$) У детей с тетрапаретической формой ДЦП в основной группе была установлена меньшая степень выраженности позитивных изменений по сравнению с гемипаретической формой, которая была определена как «тенденция» в подгруппах 1-го и 2-го детства ($P_{1,2} > 0,05$) В подростковой подгруппе изменения носили недостоверный характер ($P_n > 0,1$)

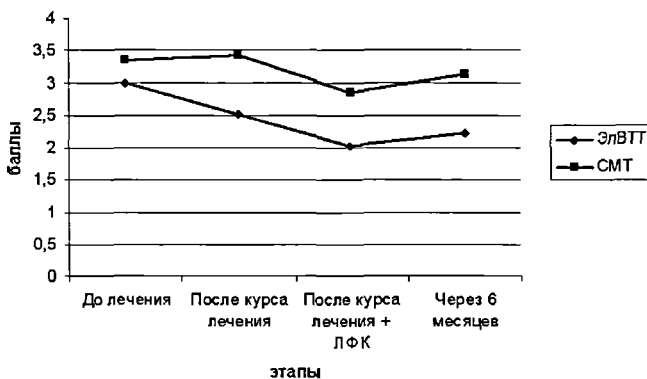


Рис 3 Сравнительная динамика результатов координаторной пробы Ромберга у детей подгруппы 2-го детства с гемипаретической формой ДЦП после проведения ЭлВТТ и СМТ-терапии в сочетании с ЛФК

Реакция со стороны сосудистой системы определялась в соответствии с данными ультразвукового дуплексного сканирования сосудов головы и шеи и динамики изменения артериального давления

При проведении ультразвукового дуплексного исследования сосудов шеи и головы было установлено, что для детей со спастическими формами ДЦП характерна межполушарная и внутриполушарная асимметрия в 86% случаев, увеличение скорости кровотока по внутренней сонной (32%) и средней мозговой артериям (68%), снижение кровотока по вене Розенталя (25%), в 5% случаев встречались аномалии развития сосудов При проведении функциональных проб обнаружено смещение порога ауторегуляции в сторону констрикторных реакций

Максимальное изменение мозгового кровотока наблюдалось через 3 часа после проведения процедуры ЭлВТТ: у 75% детей было выявлено достоверно значимое ($P < 0,05$) изменение кровотока в средней мозговой артерии (СМА). Особенно важным является тот факт, что после применения ЭлВТТ изменения кровотока всегда были направлены в сторону нормализации. В среднем отмечено снижение скорости кровотока на $0,17 \pm 0,02$ м/сек, что приводило к возвращению этого показателя к нормативным числовым значениям, характерным для данной возрастной категории. У 20% пациентов регистрировалось незначительное увеличение скорости кровотока в среднем на $0,03 \pm 0,002$ м/сек. У 5% пациентов наблюдался высокоскоростной асимметричный кровоток по обеим средним мозговым артериям (с одной стороны больше на 3-5%), достигающий $2,07 \pm 0,04$ м/сек.

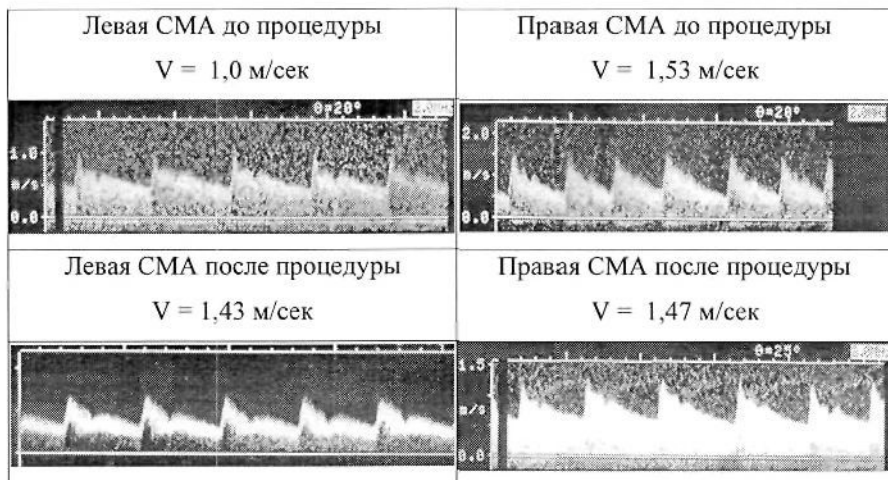


Рис.4. Снижение межполушарной асимметрии кровотока по средней мозговой артерии на фоне применения электроимпульсной высокочастотной терапии по данным ультразвукового дуплексного сканирования сосудов

У 75% пациентов скорость кровотока в задней мозговой артерии также достоверно увеличивалась ($P < 0,05$), в среднем на $0,13 \pm 0,03$ м/сек, в 25% случаев наблюдалось снижение показателя в среднем на $0,07 \pm 0,002$ м/сек, что не приводило к существенному снижению кровотока

На фоне применения ЭлВТТ отмечено снижение межполушарной асимметрии после проведенного курса лечения (рис 4) В общей сонной артерии асимметрия встретилась в 8% случаев (по сравнению с 18% начальными), внутренней сонной артерии – в 5% случаев (по сравнению с 19% случаев), передней мозговой артерии – в 20% случаев (по сравнению с 28% случаев), по задней мозговой артерии – в 12% (по сравнению с 24%), по средней мозговой артерии – в 3% (по сравнению с 12%) В позвоночной артерии асимметрия снизилась на 50%

Нормализация мозгового кровотока коррелировала с изменениями электрокинетических показателей эритроцитов, полученными сразу после процедуры ЭлВТТ, поскольку именно в этот период наблюдалось максимальное увеличение ЭФПэр Подобная реакция вполне объяснима, поскольку именно электрокинетические показатели определяют агрегатную устойчивость клеток, а, следовательно, реологию крови, деформируемость эритроцитов, пространственно-структурную организацию движущейся крови и уровень клеточного метаболизма В свою очередь, метаболическая регуляция обеспечивает поддержание адекватного кровотока и адаптацию кровотока к изменениям функциональной активности клеток мозга Полученная положительная динамика изменения мозгового кровотока на фоне ЭлВТТ, вероятно, лежит в основе активации механизмов нейро-гуморальной регуляции и свидетельствует о непосредственном влиянии данного физиотерапевтического метода на механизмы регуляции мозгового кровотока

При контроле цифр систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления под действием ЭлВТТ было обнаружено более

выраженное изменение САД во всех подгруппах, в большей степени в подгруппе 1-го детства ($P_1 < 0,01$), в виде относительного снижения по сравнению с результатами, полученными в группе сравнения

При оценке частоты сердечных сокращений в основной группе снижение данного показателя наблюдалось после первой процедуры ($P_1 < 0,05$, $P_2 > 0,05$, $P_n > 0,1$) и продолжалось на этапах исследования во всех подгруппах ($P_1 < 0,05$, $P_2 < 0,01$, $P_n < 0,05$) В группе сравнения после первой процедуры частота пульса практически не менялась, после последней процедуры СМТ-терапии отмечалась тенденция к снижению

Данные дуплексного ультразвукового сканирования, снижение артериального давления при проведении курса ЭлВТТ и результаты оценки уровня спастичности мышц в совокупности свидетельствуют о том, что данный метод лечения оказывает влияние, как на гладкомышечную стенку сосудов, так и на тонус поперечнополосатой мускулатуры, что дает основание считать, что ЭлВТТ является патогенетически обоснованным методом лечения пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича

При исследовании гормонально-метаболических параметров в основной группе, в отличие от группы сравнения, у 67% обследованных пациентов (группа I) было обнаружено значительное увеличение уровня инсулина в крови после 1-й, 3-й процедуры ЭлВТТ и после окончания курса, у 33% (группа II) значения инсулина оставались в границах нормы, испытывая колебания в сторону увеличения, но без превышения нормальных значений (табл 2)

Увеличение содержания инсулина на фоне восстановительного лечения с применением ЭлВТТ можно расценивать как положительный фактор, поскольку инсулин является регулятором процессов метаболизма, связанных с энергоснабжением глюкозой тканей Нейроны почки полностью покрывают свою высокую потребность в энергии за счет

глюкозы, мышечные клетки становятся проницаемыми для глюкозы, которая затем используется в качестве источника энергии, в результате чего активируются метаболические процессы и окислительно-восстановительные реакции. Значительное увеличение содержания инсулина косвенно подтверждает включение центральных нейро-гуморальных механизмов регуляции у детей со спастическими формами ДЦП на фоне применения ЭлВТТ. Положительное влияние ЭлВТТ посредством активации нейро-гуморальных механизмов на нервную и мышечную ткань позволяет на следующем этапе лечения более эффективно использовать методики лечебной физкультуры.

Таблица 2

Изменения уровня инсулина у детей с ДЦП
на фоне электроимпульсной высокочастотной терапии
($M \pm m$, пмоль/л)

Уровень инсулина после курса лечения	Группа I (67%)	Группа II (33%)
Исходный показатель	55,8 ± 3,2	42,3 ± 1,7
Конечный показатель	236,4 ± 3,4	54,3 ± 2,7
	$P < 0,01$	$P > 0,1$

Уровень соматотропного гормона (СТГ), оказывающего системное влияние на организм, в основной группе изменялся в 80% случаев – в 30% случаев (группа I) наблюдалась нормализация сниженного уровня гормона, в 50% случаев (группа II) содержание СТГ снижалось, но в рамках нормативных возрастных показателей (табл 3).

Отмеченное отсутствие изменений уровня СТГ в группе III может быть связано с врожденной природой ДЦП и включением иных, не свойственных нормально развивающемуся организму, способов адаптации.

Динамика изменений уровня СТГ
у детей с ДЦП в процессе применения
электроимпульсной высокотоновой терапии
($M \pm m$, нг/мл)

Сроки наблюдения Группы	Исходные значения	После 1-й процедуры	После 3-й процедуры	После 5-й процедуры
I (30%)	0,44±0,5	2,28±0,2**	2,75±1,2**	2,22±0,5**
II (50%)	2,81±0,1	2,62±0,3*	2,22±0,4**	2,20±0,4**
III (20%)	1,28±0,2	1,32±0,3*	1,29±0,5	1,30±0,2

* - тенденция ($0,05 < P < 0,1$),

** - достоверные отличия ($P < 0,05$) по сравнению с исходными показателями

У 100% пациентов основной группы отмечалось снижение уровня кортизола после 1-й процедуры ЭлВТТ и возвращение показателей практически к исходному значению после завершения курса физиолечения. Данное наблюдение свидетельствует о том, что ЭлВТТ в предлагаемых дозах не является фактором стресса для организма ребенка. Уместно подчеркнуть также, что во время курса ЭлВТТ уровень кортизола снижался, а уровень инсулина повышался в большинстве случаев, что говорит о синхронном однонаправленном характере гуморальных изменений, направленных на активацию адаптационных механизмов. Поскольку в основе адаптации лежат процессы реституции, связанные с параметрами клеток, можно полагать, что полученные изменения электрокинетических показателей эритроцитов периферической крови коррелируют с изменениями гуморальных показателей, лежащих в основе перестройки функциональных связей функциональной системы движения.

Следовательно, результаты наблюдений над эритроцитами периферической крови, гуморальными показателями, активизацией мозгового кровотока свидетельствуют об однонаправленности изменений и регулирующем воздействии ЭлВТТ на центральные механизмы регуляции метаболических процессов.

В связи с выявленной тенденцией активизации продукции СТГ на фоне применения ЭлВТТ представлялась необходимой оценка динамики длины тела детей в обеих группах. Сравнение проводилось с исходными параметрами и со средними показателями длины тела здоровых детей аналогичного возраста.

В группе сравнения не было отмечено стимулирующего влияния СМТ-терапии на длину тела ребенка ни в одной из подгрупп. При использовании ЭлВТТ прирост длины тела в исследованных подгруппах 2-го детства и подростковой через 12 месяцев был больше, чем у детей в группе сравнения, что особенно явно прослеживалось в подростковой подгруппе. Несмотря на это, длина тела детей не достигала средних возрастных показателей ни после применения СМТ-терапии, ни после применения ЭлВТТ. Следовательно, данные эндокринологического профиля могут свидетельствовать о кратковременном увеличении содержания СТГ на фоне проведения курса ЭлВТТ. В то же время, положительное влияние ЭлВТТ на процесс роста детей с ДЦП, имеющих в большинстве случаев отставание физического развития, может являться дополнительным позитивным аргументом в пользу применения ЭлВТТ в восстановительном лечении ДЦП.

На этапах исследования уровень фолликулостимулирующего гормона, лютеинизирующего гормона, пролактина, тиреотропного гормона, тироксина и трийодтиронина оставался в границах возрастных норм, как и на начальном этапе. Закономерных и достоверно значимых изменений параметров биохимического анализа крови, включая содержание глюкозы в крови и липидограмму, ни в одной из групп отмечено не было.

При изучении возбудимости нервно-мышечного аппарата установлена положительная динамика на фоне восстановительного лечения, как у детей с гемипаретической формой ДЦП, так и при тетрапаретической форме в обеих группах, что может говорить об улучшении состояния

нервно-мышечного аппарата и восстановлении вторично нарушенной иннервации периферического звена функциональной системы движения

В ходе предварительных исследований возбудимости нервно-мышечного аппарата были получены числовые значения хронаксии при спастических формах ДЦП, значительно превышающие нормальные показатели ($P < 0,05$), при тетрапаретической форме степень изменений была более выраженной, причем показатели хронаксии нижних конечностей были выше на 15-18%, чем верхних

При гемипаретической форме ДЦП на фоне ЭлВТТ во всех возрастных подгруппах наблюдалось значительное уменьшение хронаксии - в 2-3 раза, как на пораженной стороне, так и на непораженной стороне, но в меньшей степени (рис. 5, 6) У пациентов группы сравнения динамика показателей возбудимости носила достоверный характер в подгруппе 1-го детства

У пациентов с тетрапаретической формой ДЦП в обеих группах наблюдались аналогичные изменения показателей возбудимости после применения ЭлВТТ в 56% случаев регистрировались достоверные изменения хронаксии, направленные в сторону уменьшения, в 44% случаев динамика данного показателя была положительной, но не достоверной В группе сравнения изменения носили достоверный характер в 32% случаев

В основе положительных динамических изменений показателей возбудимости нервно-мышечного аппарата на фоне применения ЭлВТТ лежит активизация трофики и повышение интенсивности пластических и энергетических процессов На этом фоне восстанавливается нервная регуляция мышечных сокращений и увеличивается порог утомления за счет снижения нисходящего возбуждающего влияния центральных отделов и увеличения тормозящего влияния надсегментарных отделов ЦНС

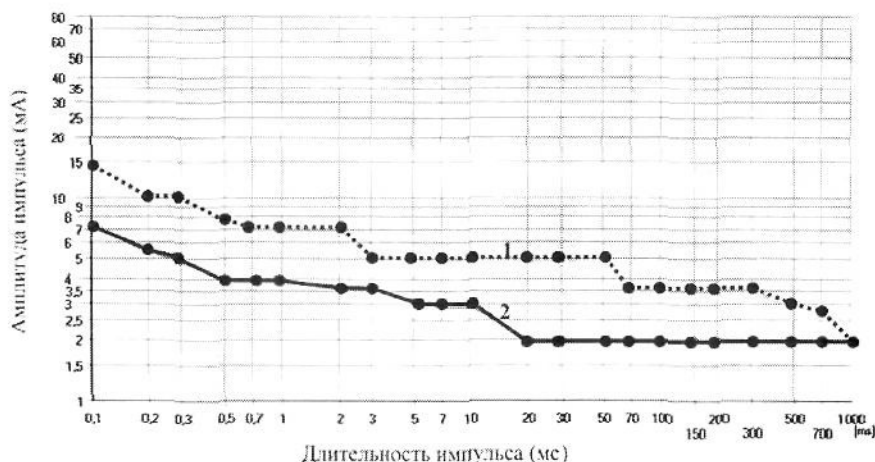


Рис 5. Кривая «Сила тока – длительность импульса» при использовании ЭлВТТ
 Левая рука до и после курса лечения
 Больная М., 8 лет. Диагноз: ДЦП, левосторонний спастический гемипарез
 Исследуемая мышца – *m. biceps brachii*
 1 – до курса – $R=2,8$ мА; $X=2,5$ мс
 2 – после курса – $R=2,0$ мА; $X=0,5$ мс

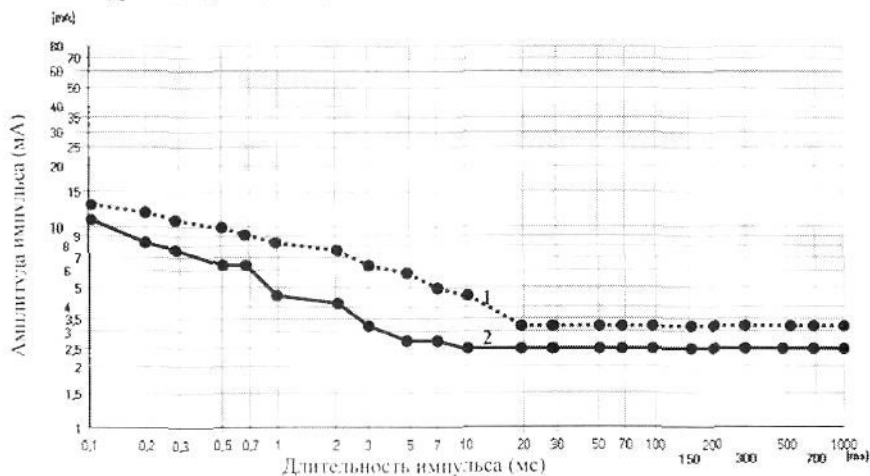


Рис.6. Кривая «Сила тока – длительность импульса» при использовании ЭлВТТ
 Левая нога до и после курса лечения
 Больная М., 8 лет. Диагноз: ДЦП, левосторонний спастический гемипарез
 Исследуемая мышца – *m. quadriceps femoris*
 1 – до курса – $R=3,1$ мА; $X=3,0$ мс
 2 – после курса – $R=2,5$ мА; $X=0,85$ мс

В ходе обобщения полученных данных в результате применения электроимпульсной высокотоновой терапии в восстановительном лечении детей со спастическими формами детского церебрального паралича был изучен механизм действия рассматриваемого физиотерапевтического фактора (рис 7)

Таким образом, использование электроимпульсной высокотоновой терапии при лечении детей со спастическими формами детского церебрального паралича на основе разработанной методики оптимального подбора доз, соответствующих возрастным категориям пациентов, повышает эффективность восстановительного лечения, что имеет несомненное практическое значение. Выявленные в процессе использования предложенного метода лечения изменения гормонально-метаболических и трофических показателей на разных уровнях структурной организации, лежащие, по сути, в основе восстановления двигательного стереотипа больных со спастическими формами ДЦП, позволяют говорить о патогенетической направленности воздействия электроимпульсной высокотоновой терапии на основные компоненты функциональной системы движения, включая звенья нейро-гуморальной регуляции и периферические структуры, определяющие формирование симптомокомплекса, характерного для ДЦП

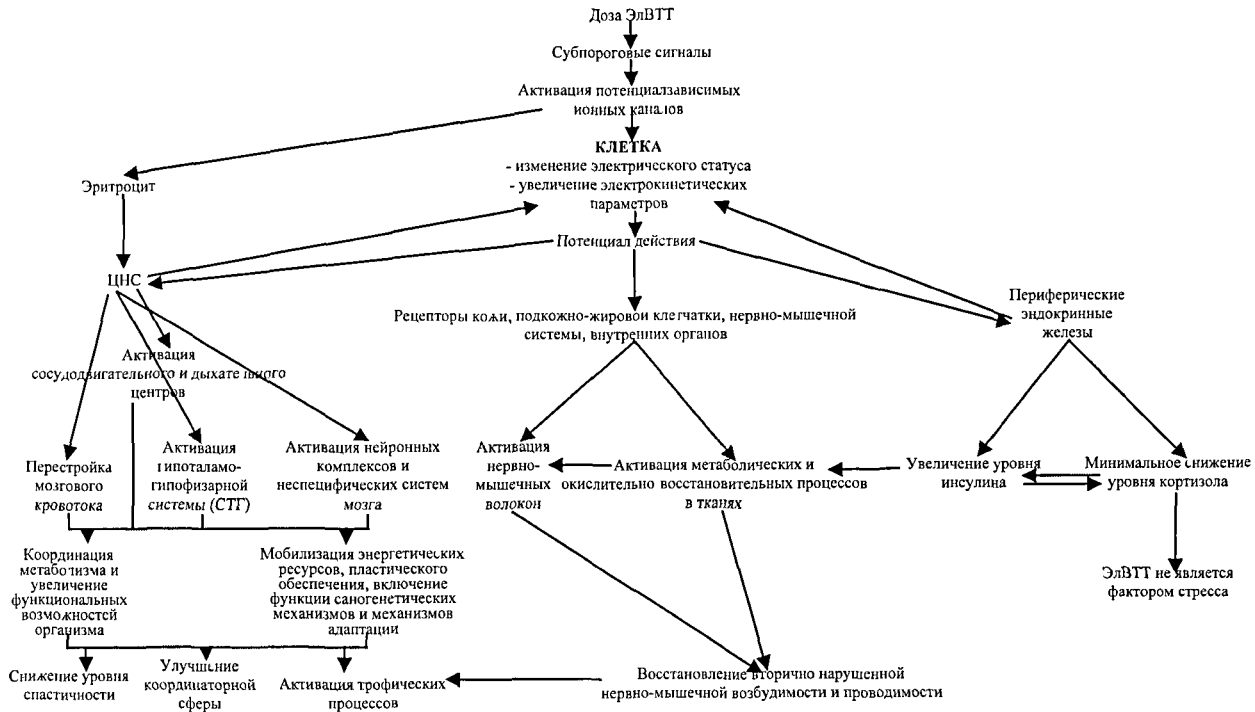


Рис 7 Механизм действия электронпульсной высокочастотной терапии при лечении детей со спастическими формами ДЦП

Выводы

1 Методом знакопеременного клеточного микроэлектрофореза определены нормативные показатели электрофоретической подвижности эритроцитов периферической крови, использованных в качестве биологической триггерной системы, у здоровых детей в возрасте от 5 до 14 лет и детей, страдающих спастическими формами детского церебрального паралича. Установлено, что данные показатели не зависят от возраста и пола ребенка и составляют $0,49 \pm 0,02$ мкм см/в сек у здоровых детей, $0,43 \pm 0,01$ мкм см/в сек у детей с гемипаретической формой ДЦП и $0,41 \pm 0,02$ мкм см/в сек у детей с тетрапаретической формой ДЦП.

2 В процессе применения электроимпульсной высокотоновой терапии на основании анализа клинико-лабораторного исследования выявлена зависимость дозиметрических параметров электроимпульсной высокотоновой терапии от возраста детей с ДЦП. Посредством использования электрокинетических показателей эритроцитов периферической крови установлено

- для детей подгруппы 1-го детства (5-7 лет) продолжительность процедуры составляет 10 мин ,
- подгруппы 2-го детства (8-11 лет) – 20 мин ,
- подростковой подгруппы (12-14 лет) – 30 мин

Независимо от возраста курс лечения ЭлВТГ включает 5 процедур

3 Электроимпульсная высокотоновая терапия способствует активации центральных механизмов регуляции функциональной системы движения, что выражается в снижении уровня патологической спастичности мышц и улучшении показателей координаторной сферы, что установлено на основании использования пробы на удержание равновесия в простой позе Ромберга и пальценосовой пробы в вертикальном положении

4 В основе механизма действия электроимпульсной высокотоновой терапии лежит стимуляция центральных систем нейро-гуморальной регуляции, реализуемая посредством активации гормонов адаптации

Получена однонаправленная реакция гуморальных показателей, свидетельствующая о регулирующем влиянии фактора на центральные механизмы регуляции метаболических процессов

- Достоверное снижение уровня кортизола свидетельствует об отсутствии стрессорного влияния электроимпульсной высокотоновой терапии в предлагаемых дозах на организм ребенка, что подтверждает соответствие дозиметрических параметров электроимпульсной высокотоновой терапии возрастным категориям детей

- Нормализация уровня соматотропного гормона и достоверное увеличение содержания инсулина в плазме крови детей с ДЦП на фоне применения электроимпульсной высокотоновой терапии свидетельствует о включении механизмов адаптации, направленных на стимуляцию компенсаторно-приспособительных процессов в организме, обеспечивающих активацию резервных возможностей на основе высокой пластичности головного мозга ребенка

5 Положительная динамика изменения скорости кровотока в бассейне средней и задней мозговых артерий, снижение межполушарной асимметрии, наблюдавшейся у детей со спастическими формами ДЦП перед проведением курса электроимпульсной высокотоновой терапии, свидетельствуют о непосредственном влиянии метода на механизмы регуляции мозгового кровотока

6 Электроимпульсная высокотоновая терапия обладает синхронизирующим влиянием на функциональные системы организма детей со спастическими формами ДЦП спастическом гемипарезе и спастическом тетрапарезе Основными особенностями методики являются

- использование «горизонтальной» стимуляции вследствие плавного циклического изменения несущей частоты во времени от 4 кГц до 32 кГц и соответствия данного диапазона частот ритму работы функциональных систем,

- применение модулирующей частоты 0,1-1,5 Гц, в диапазоне которой находится частота функционирования системы кровообращения и дыхания, сосудов микроциркуляторного русла, нейронов,
- использование субпороговой силы тока, определяемой индивидуально,
- сочетание общего и сегментарно-рефлекторного воздействия с включением заинтересованных мышц в рамках одной процедуры путем параллельной передачи информации по двум каналам, что способствует перестройке деятельности функциональных систем, связанных между собой интегративными связями,
- одновременное применение музыкотерапии с использованием естественных гармонизирующих звуков

7 При лечении детей со спастическими формами ДЦП методом электроимпульсной высокотоновой терапии установлено снижение уровня спастичности мышц, положительная динамика координаторного тестирования и электродиагностических параметров, увеличение показателей длины тела детей с ДЦП, поэтому ЭлВТТ может применяться в качестве моновоздействия

При включении технологии в комплексные программы лечения детей со спастическими формами ДЦП электроимпульсная высокотоновая терапия должна предварять курс лечебной физкультуры по методике Войта и «Баланс», что подтверждено динамическим наблюдением над изменением гуморальных показателей и результатами, полученными в подгруппе 2-го детства, где была использована комплексная программа восстановительного лечения

8 Применение музыкотерапии в ходе процедур электроимпульсной высокотоновой терапии с использованием естественных гармонизирующих звуков (шум дождя, звуки леса, пение птиц, шум прибоя) является патогенетически оправданным и эффективным средством лечения ДЦП в составе комплексных мероприятий

Практические рекомендации

1 Разработанная методика электроимпульсной высокотоновой терапии в сочетании с музыкотерапией должна являться составной частью восстановительных мероприятий при лечении детей со спастическими формами детского церебрального паралича, включающих лечебную физкультуру, при необходимости - занятия с логопедом, психологом

2 Электроимпульсная высокотоновая терапия должна применяться на ранних этапах развития детского церебрального паралича, что обусловлено большей пластичностью головного мозга ребенка и возможностью более эффективного формирования новых функциональных связей в центральной нервной системе

3 При лечении детей со спастическими формами ДЦП необходим дифференцированный подход, основанный на учете возраста ребенка продолжительность процедуры для детей 5-7 лет составляет 10 мин, 8-11 лет – 20 мин, 12-14 лет – 30 мин Процедуры проводятся ежедневно, курс лечения состоит из 5 процедур

4 Разработанная методика электроимпульсной высокотоновой терапии предполагает одновременное использование 2-х каналов 1-й канал предназначен для проведения общего воздействия с использованием программы Simul FAM 1 Используется пять электродов, которые располагаются следующим образом первый электрод – в воротниковой области на уровне СII-СVII, второй и третий – в середине задних поверхностей предплечий, четвертый и пятый – на подошвенных поверхностях стоп Время процедуры устанавливается в соответствии с возрастом ребенка Далее путем вращения регулятора интенсивности определяются субпороговые значения силы тока на низкой частоте (4 кГц) и более высокой частоте (16 кГц) (при появлении первых ощущений у пациента устанавливается значение интенсивности) 2-й канал используется

с включением программы Simul FAM X с модулирующей частотой 0,1-1,5 Гц 1-й электрод из трех располагается в области позвоночника на уровне T_{III} - T_{IV} или T_{IX} - L_3 Первые две процедуры из пяти следует проводить с локализацией 2-го и 3-го электродов на передней поверхности плечевой области в средней трети Последние три процедуры проводятся с наложением 2-го и 3-го электродов в средней трети бедер на передней поверхности Площадь электродов зависит от размеров тела ребенка На 1-м канале используются электроды одинаковой площади, на 2-м канале – на область позвоночника устанавливается электрод, площадь которого соответствует сумме площадей 2-х электродов

5 Проведение курсового лечения с использованием электроимпульсной высокотоновой терапии у детей со спастическими формами ДЦП показано с периодичностью 1 раз в 6 месяцев

6 С целью определения дозиметрических параметров физиотерапевтического воздействия необходимо использовать метод знакопеременного клеточного микроэлектрофореза, который позволяет на основании изменения электрокинетических показателей эритроцитов периферической крови судить об адекватности используемых доз

7 Противопоказаниями к применению разработанной методики электроимпульсной высокотоновой терапии при лечении детей с ДЦП являются общие противопоказания к физиотерапии, а также частные противопоказания (при этом следует учитывать, что использованная частота модуляции - 0,1-1,5 Гц - предназначена для лечения спастических форм ДЦП и не показана при вялых парезах и параличах)

- возраст до 5 лет,
- повреждения кожи в области локализации электродов,
- острые гнойно-воспалительные процессы

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1 Красильникова РГ, Сергеенко ЕЮ, Фрадкина ММ Методы физической терапии в комплексной реабилитации больных с нарушением функций опорно-двигательного аппарата// В сб мат научно-практической конференции, посв 15-летию РДКБ «Современные проблемы стационарной помощи детям» – М, 2000 – С 150

2 Поляев БА, Соколов АВ, Баландин ЮП, Сергеенко ЕЮ и др «Мониторинг функциональных резервов» Свидетельство Роспатент(а) об официальной регистрации программы для ЭВМ №2003610142 от 10 01 2003

3 Лайшева ОА, Сергеенко ЕЮ, Железнов МЮ Оценка исходного адаптационного состояния детей на основе анализа периферической крови // В сб материалов VII Международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины» - Сочи, 2004 - С 384-386

4 Сергеенко ЕЮ, Поляев БА Особенности последипломного образования на современном этапе // В сб материалов VII Международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины» - Сочи, 2004 - С 315-316

5 Тохтиева НВ, Лайшева ОА, Фрадкина ММ, Сергеенко ЕЮ Комплексная методика реабилитации детей с диагнозом ДЦП, сопровождающимся нарушениями акта глотания и речи // В сб материалов VIII-ой Международной конференции «Современные технологии восстановительной медицины» – Сочи, 2005 – С 38

6 Сергеенко ЕЮ Современные физиотерапевтические технологии на службе здоровья// Здравоохранение и медицинская техника – 2005 – №2(16) – С 34-36

7 Сергеенко ЕЮ, Жукоцкий АВ Биофизические аспекты объективизации оценки физиотерапевтических воздействий// Журн Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов – 2005 - №4(17) - С 31-34

8 Сергеенко ЕЮ, Лайшева ОА, Поляев БА, Якубова НИ, Жукоцкий АВ Новая медицинская информационная технология объективизации оценки немедикаментозных воздействий в восстановительной

медицине// В сб материалов III Международной конференции «Болезни цивилизации в аспекте учения В И Вернадского» – М, 2005 – С 45-46

9 Шимановский Н Л, Сергеенко Е Ю, Лайшева О А, Поляев Б А, Якубова Н И, Жукоцкий А В Проблема Вернадского и доказательная медицина или чего не могут современные информационные технологии?// В сб материалов III Международной конференции «Болезни цивилизации в аспекте учения В И Вернадского» – М, 2005 – С 88-90

10 Лайшева О А, Тохтиева Н В, Фрадкина М М, Сергеенко Е Ю Комплексная методика реабилитации детей с черепно-мозговой травмой, сопровождающейся нарушениями акта глотания и речи // В сб «Современные проблемы стационарной помощи детям», посв 20-летнему юбилею РДКБ – М, 2005 – С 38

11. Сергеенко Е Ю, Жукоцкий А В Использование информационного мониторинга на этапе постдипломного обучения врачей-физиотерапевтов// В сб материалов VI Межд научно-практ конф «Здоровье и образование в XXI веке» – М, 2005 – С 432

12 Лайшева О А, Тохтиева Н В, Фрадкина М М, Сергеенко Е Ю Методика реабилитации детей с нарушениями акта глотания и речи при ДЦП// В сб мат конф молодых ученых РГМУ – М, 2005 – С 86

13 Лайшева О А, Бажев К.А, Кармазин В В, Киселев Д А, Николаева М А, Парастаев С А, Поляев Б А, Сергеенко Е Ю, Тохтиева Н В, Фрадкина М М Способ лечения больных детским церебральным параличом Патент Российской Федерации № 2293548 от 24 01 2006 г

14 Кармазин В В, Киселев Д А, Сергеенко Е Ю, Лайшева О А, Фрадкина М М Дифференцированная методика восстановления оптимальной опорной функции нижних конечностей у детей с ортопедическими и неврологическими заболеваниями // Детская больница – 2006 - №1(23) – С 30-39

15 Тохтиева Н В, Лайшева О А, Сергеенко Е Ю Опыт реабилитации детей с нарушениями акта глотания и речи при ДЦП// Журн Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов – 2006 - №1(18) - С 42-45

16 Соловьев А А , Сергеенко Е Ю , Шишкин А В , Сирко И В , Орлов В Н Мониторинг физиотерапевтических воздействий на основе витального исследования клеток// Журн Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов – 2006 - №1(18) – С 38-40

17 Лайшева О А , Кармазин В В , Киселев Д А , Сергеенко Е Ю , Скворцов Д В Концептуальный подход к восстановительному лечению больных с патологией опоры и движения// ЛФК и массаж – 2006 - № 11 – С 14-21.

18 Сергеенко Е Ю , Качанюк И А К вопросу о применении высокотоновой терапии в клинической и спортивной практике и способе оценки адекватности воздействия // В сб материалов V международного научно-практического конгресса Ассоциации авиационно-космической, морской и экологической медицины России «Человек в экстремальных условиях здоровье, надежность и реабилитация» – М, 2006 – С 398-399

19 Лайшева О А , Ерин В Н , Кармазин В В , Сергеенко Е Ю Онтогенетические подходы к реабилитации опорно-двигательного аппарата // В сб материалов V международного научно-практического конгресса Ассоциации авиационно-космической, морской и экологической медицины России «Человек в экстремальных условиях здоровье, надежность и реабилитация» – М, 2006 – С 481

20 Сергеенко Е Ю Высокотоновая терапия в коррекции деятельности функциональной системы движения в процессе лечения детского церебрального паралича// Журн Российской ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов – 2007 - №1(21) - С 21-24

21 Сергеенко Е Ю , Лайшева О А , Логачев М Ф , Поляев Б А , Упадышева Н В , Фрадкина М М , Качанюк И А Новые аспекты лечения детского церебрального паралича// Вестник РГМУ – 2007 - №1(54) – С 48-52

22 Лайшева О А , Балабанова В А , Сергеенко Е Ю , Фрадкина М М Ремоделирование двигательного акта в лечении двигательных расстройств у детей // Детская больница – 2007 - № 1(27) – С 16-24

23 Сергеенко Е Ю , Лайшева О А Высокотоновая терапия в комплексном лечении детского церебрального паралича // Вестник восстановительной медицины – 2007 - № 1 – С 35-39

24 Лайшева О А , Сергеенко Е Ю , Ерин В Н , Бажев К А , Фрадкина М М Ремоделирование двигательного акта – способ лечения детей с ДЦП, основанный на иерархической структуризации системы регуляции движений// ЛФК и массаж – 2007 - №2 – С 8-13

25 Лайшева О А , Сергеенко Е Ю , Ерин В Н , Бажев К А , Фрадкина М М К вопросу о теоретических основах нового метода лечения детей с детским церебральным параличом// ЛФК и массаж – 2007 - №2 – С 14-19

26 Лайшева О А , Сергеенко Е Ю , Парастаев С А , Фрадкина М М О необходимости новых подходов к разработке методов восстановительного лечения детей с ДЦП// Российский медицинский журнал – 2007 - №2 – С 25-27

27 Качанюк И А , Сергеенко Е Ю Высотокотоновая терапия в лечении детского церебрального паралича// Вестник РГМУ – 2007 - №2 (55) – С 30-31

28 Левков В Ю , Сергеенко Е Ю Электродиагностика как метод объективного контроля эффективности применения высокотокотновой терапии// Вестник РГМУ – 2007 - №2 (55) – С 36-37

29 Сергеенко Е Ю Перспективы применения высокотокотновой терапии в лечении детского церебрального паралича// Вестник Волгоградского государственного медицинского университета – 2007 - №2 – С 59-62

30 Сергеенко Е Ю , Лайшева О А , Парастаев С А , Фрадкина М М Возможности сложномодулированной низкочастотной электротерапии в лечении детей с детским церебральным параличом// Российский медицинский журнал – 2007 - №3 – С 27-29

31 Орлов В Н , Сергеенко Е Ю , Завьялов Б Г , Наумова С Н К вопросу о применении в клинической практике современного метода лечения нарушения функций опорно-двигательного аппарата// Вестник РГМУ – 2007 - №3 – С 9-12

32 Сергеенко Е Ю Особенности реакции гуморальной системы под воздействием высокотокотновой терапии при лечении детского церебрального паралича// Курортное дело – 2007 – №2 – С 20-23

33 Сергеенко Е Ю Высотокотоновая терапия в восстановительном лечении детского церебрального паралича// Трудный пациент – 2007 - №2 – Т 5 – С 34