

УДК 616.831-006-07

ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕТОДИК ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОГО ДЕФИЦИТА У БОЛЬНЫХ С ПОРАЖЕНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

© 2011 г. И.Л. Солонец, В.Г. Турсункулова

Областная больница № 2,
ул. 1-й Конной Армии, 33, г. Ростов-на-Дону, 344029

Regional Hospital № 2,
1 Konnaya Armia, 33, Rostov-on-Don, 344029

Рассмотрены актуальные вопросы нейрореабилитации, успех которой зависит от систематического внедрения современных технологий. Результатом проведенного исследования стало внедрение в комплексную программу реабилитации больных, перенесших инсульт, функциональной программируемой электростимуляции мышц аппаратом «АКорД» («Мультиостим»). Благодаря широкому диапазону выбора корректируемых движений и мышц создается возможность индивидуально формировать реабилитационную программу, исходя из инициальной тяжести двигательных нарушений. Сделан вывод, что результатом применения метода искусственной коррекции движений является значимое улучшение двигательных функций и успешная социальная реадaptация в привычную среду.

Ключевые слова: церебральный инсульт, функциональная программируемая электростимуляция, искусственная коррекция движений, метод динамической проприоокоррекции, биологическая обратная связь, локомоторные центры, паттерны движений, восстановление двигательных функций, гемипарез, гемиплегия.

The article deals with current issues of neurorehabilitation, the success of which depends on the systematic introduction of modern technologies. Results of the study was the introduction of a comprehensive program of rehabilitation of stroke patients, functional electrical stimulation of muscles programmable apparatus «Acord» («Multioestim»). Due to the wide range of choice of adjustable movements and muscle creates an opportunity to shape an individual rehabilitation program, based on the severity of an initial movement disorders. Concluded that the result of the use of artificial movement correction is significant improvement in motor function and the successful social integration in their usual environment.

Keywords: cerebral stroke, functional programmed electrostimulation, artificial correction of movements, method of dynamic proprio correction, biological feedback, locomotor centres, movement patterns, restoration of impellent functions, hemiparesis, hemiplegia.

Инсульт является лидирующей причиной инвалидизации и занимает второе–третье место в структуре общей смертности населения [1]. По материалам ВОЗ, частота инсульта в течение года колеблется от 1,5 до 7,4 на 1000 чел. населения (заболеваемость в России $3,48 \pm 0,21$ на 1000 населения, в Ростове-на-Дону – около 4,5). Данные национального регистра инсульта показывают, что более 31 % перенесших инсульт пациентов требуют посторонней помощи для ухода за собой, а 20 % не могут самостоятельно ходить. Пациенты пожилого и старческого возраста часто полностью утрачивают возможность даже минимального самообслуживания. И лишь около 20 % выживших больных возвращаются к прежней социальной и тру-

довой деятельности. Одной из главных причин инвалидизации больных являются двигательные расстройства в виде параличей и парезов, чаще всего односторонних гемипарезов различной степени выраженности. По данным регистра инсульта НИИ неврологии РАМН, к концу острого периода гемипарезы наблюдались у 81,2 % выживших больных; в том числе гемиплегия составляет 11,2 %, грубый и выраженный гемипарез – 11,1, легкий и умеренный – 58,9. В восстановительном периоде наблюдался значительный регресс парезов конечностей; спустя год после инсульта они отмечались у 49,7 % больных.

В соответствии с иерархическим принципом построения статолокомоторной системы выделяют не-

сколько уровней нарушения ходьбы и равновесия. Нарушения высшего уровня регуляции равновесия и ходьбы проявляются расстройствами планирования и программирования движений и возникают при поражении лобных долей головного мозга и их связей [2]. Нарушения среднего уровня проявляются пирамидной, экстрапирамидной и мозжечковой симптоматикой и возникают при поражении первичной моторной коры, пирамидных путей, базальных ганглиев и мозжечка и его связей. Нарушения низшего уровня обусловлены повреждением периферических нервов и костно-мышечной системы [2].

Повреждения при инсульте могут затрагивать любое из звеньев статолокомоторной системы. Базовыми характеристиками, по которым можно судить о нарушении статолокомоторной системы, являются статический (поддержание центра массы тела, скорость, длина и частота его перемещения) и динамический постуральный контроль, включающий реактивную и проактивную составляющие, а также ритм и темп ходьбы. Проактивный контроль осуществляют лобные структуры в виде предвосхищающих реакций, которые предупреждают возможную угрозу равновесию. При этом происходит перераспределение мышечного тонуса таким образом, что, несмотря на совершение движения, центр тяжести тела остается в пределах площади опоры. Реактивный постуральный контроль проявляется при внешних воздействиях путем включения рефлексов, направленных на сохранение центра тяжести в устойчивом состоянии. В зависимости от характера возмущающего воздействия выбирается наиболее эффективная в данный момент реакция. В результате острого нарушения мозгового кровообращения в соответствии с локализацией, объемом поражения и сопутствующими симптомами может изменяться каждая из этих характеристик [2].

Восстановление утраченных функций, в частности ходьбы, является главной целью реабилитации после перенесенного инсульта.

Говоря о восстановлении двигательных функций, следует различать 3 уровня восстановления [3].

1. Наиболее высоким уровнем, когда нарушенная функция возвращается к исходному состоянию, является уровень истинного восстановления. Истинное восстановление возможно лишь тогда, когда нет полной гибели нервных клеток, а патологический очаг состоит в основном из инактивированных элементов (вследствие отека, гипоксии, изменения проводимости нервных импульсов, дишиза и т.д.).

2. Вторым уровнем восстановления является компенсация. Основным механизмом компенсации функций является функциональная перестройка, вовлечение в функциональную систему новых структур.

3. Третий уровень восстановления – реадaptация, приспособление к дефекту. Примером реадaptации к выраженному двигательному дефекту является использование различных приспособлений в виде тростей, «ходилок», кресел-каталок, протезов и т.д.

Структурной составляющей восстановления после инсульта является пластичность головного мозга – способность к компенсации структурных и функциональных расстройств [4]. Процессы, связанные с нейропластичностью, могут носить как системный, так и

локальный характер [5]. Локализация двигательных центров не является неизменной, головной мозг взрослого человека сохраняет потенциал пластичности, а кортикальные связи могут ремоделироваться, задействуя даже отдаленные интактные структуры.

В процессах пластичности играют определенную роль и механизмы периферической деафферентации и деэфферентации [9]. Естественно, этот процесс является весьма продолжительным и может занимать годы.

Согласно принятой в 2006 г. Хельсинбургской декларации, к 2015 г. основной целью реабилитации после инсульта является требование, чтобы более чем 70 % больных через 3 мес. после инсульта стали бы независимы в повседневной жизни [7]. При этом подчеркивается, что каждый пациент с инсультом должен быть осмотрен специалистами для решения вопроса о необходимости реабилитационных мероприятий, а планируя реабилитационные мероприятия, необходимо четко сформулировать их цель. В Хельсинбургской декларации также указано, что реабилитационные мероприятия наиболее эффективны, если они начаты в раннем периоде инсульта, а продолжать их необходимо до тех пор, пока происходит объективное улучшение состояния больного.

Внедрение в отечественную реабилитологию более совершенных форм и методов медико-социальной реабилитации является актуальным и своевременным. Новые медицинские технологии существенно оптимизировали процесс медико-социальной реабилитации и способствовали успешной интеграции больных и инвалидов в социально полезную среду общества.

В течение длительного времени проблема восстановления двигательных функций сводилась к применению методов лечебной физкультуры, физиотерапии и протезирования. Сравнительно недавно появился метод, удачно сочетающий эти свойства, – искусственная коррекция движений (ИКД) при патологической ходьбе [8].

Его сущность состоит в том, что электрическая стимуляция мышц во время локомоции происходит в точном соответствии с естественным возбуждением и сокращением мышц на протяжении двигательного акта. Благодаря этому в процессе тренировки повышается функциональное состояние мышц, корректируются неправильно выполняемые движения и постепенно вырабатывается приближающийся к нормальной ходьбе двигательный стереотип.

Выработке нового стереотипа ходьбы, в первую очередь, содействует фазовое соответствие искусственной и естественной программ возбуждения и сокращения мышц в течение локомоторного цикла, вследствие чего не нарушается автоматизм ходьбы, а подчеркиваются те ее элементы, которые в результате патологического процесса оказались ослабленными или даже полностью утраченными [9].

Впервые этот метод был разработан английским врачом Liberson в 1961 г. для улучшения ходьбы больных перонеальным параличом. В дальнейшем принцип управления работой мышц с помощью электрической стимуляции в определенные фазы локомоторного цикла был широко исследован югославскими и американскими учеными, создавшими серию портативных, а затем и стационарных корректоров движе-

ния. В нашей стране этот метод был существенно развит и дополнен группой авторов под руководством А.А. Витензона [8].

Теоретической основой ИКД является теория центрального спинального генератора циклических локомоций, согласно которой в спинном мозге обнаружена цепь нейронов, выполняющая функции генератора шагания. Она ответственна за чередование периодов возбуждения и торможения различных мононейтронов и может работать в автоматическом режиме [10, 11]. Основной паттерн локомоторной программы ходьбы запускается сенсорной афферентацией от кожных и суставно-мышечных рецепторов. Таким образом, для активации спинального генератора необходима афферентация от стопы (опора на стопы) и от крупных проприорецепторов (мышечных и сухожильных рецепторов бедра). Ходьба с ИКД позволяет осуществить эту задачу.

Восстановительное лечение двигательных нарушений методом функциональной программируемой электростимуляции (ФПЭС) моделирует выработанную в эволюции пространственно-временную ориентацию мышечной активности. Данная особенность является предпосылкой формирования и закрепления паттернов движений не только на уровне спинального генератора локомоций, но и более высоких уровнях иерархии ЦНС: в стволовых и полушарных центрах моторного контроля, что детерминирует стойкость достигнутой функциональной перестройки.

Нейрофизиологическая сущность метода ФПЭС заключается в точном временном соответствии программ искусственного (посредством электростимуляции) и естественного (попытка произвольного усилия) возбуждения мышцы в двигательных актах человека [9].

Помимо восстановления нарушенной биомеханики ходьбы, при использовании ФПЭС решается задача нормализации работы локомоторных центров на всех вертикальных уровнях регуляции двигательной активности. В связи с тем, что в процессе ФПЭС активация мышцы путем ее раздражения импульсом тока осуществляется именно в тот момент двойного шагового цикла, когда данная мышца должна включиться в выполнение этого двигательного акта, достигается максимальная перестройка нейродинамики пациента. Установлено, что только в фазы естественного возбуждения мышцы локомоторные центры всех вертикальных уровней ЦНС восприимчивы к внешним афферентным сигналам и доступны для коррекции своей деятельности; в остальные фазы шагового цикла они заторможены. Таким образом, основным показанием к назначению ИКД является дефицит мышечной функции любого происхождения, приводящий к нарушению биомеханической структуры двигательного акта, в частности ходьбы человека.

Целью данного исследования было создание доказательной базы о возможности использования и высокой эффективности функциональной программируемой электростимуляции мышц с использованием аппаратно-программного комплекса «АКорД» («Мультимостим») для восстановления ходьбы у больных в разные периоды инсульта.

Исследование проводилось на базе неврологического отделения Областной больницы № 2 г. Ростова-

на-Дону. С января 2010 г. нами был внедрен метод ФПЭС с использованием аппаратно-программного комплекса многоканальной программируемой электростимуляции мышц низкочастотным импульсным током «АКорД-Мультимостим» в комплексную программу реабилитации больных, перенесших инсульт. Проводилась оценка эффективности данного метода в сравнении с тем же периодом 2009 г. с методом динамической проприокоррекции с использованием рефлекторно-нагрузочного устройства «Гравистат» и методом баланс-терапии с применением специальных игровых тренажеров на основе биологической обратной связи (БОС). Оценивался результат реабилитации в различные сроки ее начала. Учитывалось влияние таких факторов, как спастичность, уровень психической активности, наличие мотивации к восстановлению ограниченных и/или утраченных функций.

Материалы и методы

В исследование были включены 65 больных (46 мужчин и 19 женщин) в возрасте от 42 до 73 лет. Преобладали больные с инициально тяжелыми и умеренными нарушениями: у 35 % больных наблюдался выраженный гемипарез, у 44 – умеренный, у 20 – легкий. У 21 больного (32 %) восстановительное лечение было начато в раннем восстановительном периоде, у 27 (42 %) – в позднем восстановительном и у 17 (26 %) – в резидуальном периоде (от 1 до 3 лет). Кроме того, нами оценивались результаты лечения больных, не вошедших в группы исследования. В двух случаях – двигательные нарушения в виде легкого и выраженного нижнего парапареза со значительным нарушением функции ходьбы как следствие перенесенного поперечного миелита; в одном случае – легкий тетрапарез – последствия перенесенной острой демиелинизирующей полинейропатии; также мы наблюдали эффекты восстановительного лечения у больной с множественными мононевропатиями, тетрапарезом на фоне системного васкулита Чарг–Стросса.

С учетом принципа рандомизации сформированы 3 группы: I – основная (30 чел.); II – первая контрольная (25 чел.); III – вторая контрольная (10 чел.). Больные I группы в комплексном восстановительном лечении получали курсы ФПЭС аппаратом «АКорД» («Мультимостим»), динамической проприокоррекции с использованием рефлекторно-нагрузочного устройства «Гравистат», баланс-терапии с использованием компьютерной стабилографии, аппаратом «Стабилан 01-2». Во II проводились сеансы баланс-терапии и лечебной физкультуры в костюме «Гравистат». В III больные получали лишь курсы лечебной физкультуры. Продолжительность лечения 16–20 дней.

Основные критерии отбора больных с учетом противопоказаний к проведению ИКД посредством ФЭС:

- отсутствие тяжелой декомпенсированной соматической патологии (сердечно-сосудистой, дыхательной, печеночно-почечной недостаточности);
- грубый двигательный дефицит до степени пlegии;
- выраженная спастичность мышц;
- невозможность получения сокращения при электрическом воздействии в пределах комфортной зоны;

- все формы эпилепсии;
- резкое снижение интеллекта.

Для оценки основных клинических проявлений использовались специальные шкалы. Степень пареза оценивалась по 6-балльной шкале оценки мышечной силы L. McPeak, 1996; М. Вейсса, 1986; шкале Комитета медицинских исследований [12]. Степень спастичности определяли по модифицированной 6-балльной шкале спастичности Ашфорта. Для оценки качества передвижения использовали шкалу функциональных категорий ходьбы (ФКХ); для оценки качества поддержания равновесия использовали тест устойчивости стояния [12]; количественную оценку функции поддержания вертикальной позы осуществляли методом компьютерной стабильности с помощью стабильноанализатора компьютерного «Стабилан 01-2». Состояние сердечно-сосудистой системы оценивали по показателям артериального давления, пульса, данным электрокардиограммы.

Все больные обследовались дважды: при включении в исследование и перед выпиской из стационара.

Выбор корректируемых движений и мышц для каждого больного производился индивидуально в соответствии с поставленной конечной целью. Во время нормальной ходьбы электрическая активность мышц концентрируется в определенные фазы двигательного акта, соответствующие фазам развития наибольших усилий. При этом функция мышц разгибателей, сосредоточенная в первой и второй трети опорной фазы, направлена на перемещение общего центра массы (ОЦМ) и обеспечение устойчивости при ходьбе, тогда как работа мышц сгибателей в переносную фазу имеет в основном коррекционный характер, поскольку способствует уточнению положений и движений отдельных сегментов ноги [12]. Исходя из этого, коррекция разгибательных движений нижних конечностей и туловища в опорную фазу является первоочередной задачей, тогда как вопрос о коррекции сгибательных движений в переносную фазу решается в зависимости от степени выраженности пареза и поставленной конечной цели. В зависимости от степени выраженности двигательных нарушений проводилась четырех- или шестиканальная коррекция движений. Следует отметить, что коррекция движений при ходьбе эффективна лишь в том случае, если функция мышц оценивается в 2–3 балла. В противном случае начинали тренировку с пассивной составляющей. При достижении адекватной реакции в ряде случаев больных переводили на следующий этап восстановления нарушенного двигательного акта – программируемая электростимуляция мышц во время ходьбы.

Результаты исследования

До начала занятий у всех больных отмечалось снижение силы мышц: в дистальных отделах конечностей до 0–2 баллов, в проксимальных отделах – от 2 до 4; способность больного поддерживать вертикальное положение по тесту устойчивости стояния оценивалась в 1–2 балла (способен стоять на расставленных ногах в течение 30 с или более, но не может стоять в положении «ноги вместе»); 35 % больных

имели выраженное ограничение передвижения, что оценивалось по шкале ФКХ в 1 балл, у 64 % больных – 2–3 балла по шкале ФКХ.

У пациентов основной группы, получавших комплексное восстановительное лечение, была выявлена значимая положительная динамика по шкалам, характеризующим функциональные возможности – к стоянию, передвижению, значительное нарастание мышечной силы. У больных I группы отмечалось расширение объема активных движений в паретичных конечностях, нарастание мышечной силы до 0,5–1 балла (в зависимости от изначальной глубины пареза и сроков начала реабилитации), а во II эти показатели не превышали 0,5. Значимых различий в степени пареза до и после начала лечения у больных III группы не наблюдалось. Пациенты I группы после лечения были способны стоять в положении «ноги вместе» в течение 30 с и более, что оценивалось по шкале устойчивости в 3–4 балла. В 78 % случаев больные стали передвигаться с опорой или полностью самостоятельно, значительно улучшилась способность к самообслуживанию.

С учетом клинического анализа локомоции у больных до лечения было отмечено значительное нарушение основных параметров ходьбы: замедление темпа ходьбы, уменьшение длины шага, нарушения правильного соотношения между фазой опоры и переноса (укорочение последней). Тогда как после лечения в I группе значительно увеличился темп ходьбы, длина шага, возросла статическая опороспособность паретичной конечности.

Достоверное улучшение устойчивости вертикальной позы по данным клинических исследований с помощью специальных шкал наблюдалось у пациентов I группы; во II и III группах изменения этих показателей были менее значительными. Эти результаты были подтверждены при стабильнографическом исследовании, показавших более выраженную динамику стабильнографических показателей при исследовании статической устойчивости в I группе по сравнению с контрольными, причем показатели во II группе отличались от таковых в III (табл. 1). Особенно значительные изменения проявились при изучении динамической устойчивости: увеличение длины отклонения в разных направлениях отмечалось в наибольшей степени у больных первой группы, в то время как в контрольных были менее значительны (табл. 2).

Во время нашего исследования ни у одного из пациентов не отмечалось ухудшения показателей церебральной гемодинамики.

Таким образом, показатели достижений больных I группы по основным критериям оценки были выше, чем во II и III группах.

Таблица 1

Средние значения площади статокинезиограммы у больных основной и контрольных групп до и после курса лечения

Динамика смещения ЦД	Группа		
	I	II	III
До лечения	29,5	28,8	29,0
После лечения	10,0	16,3	19,8

Таблица 2

**Средние значения максимального произвольного
смещения ЦД в разных направлениях
у больных I–III групп**

Направление смещения ЦД	Группа		
	I	II	III
<i>До лечения</i>			
Вперед	76,5	71,4	82,8
Назад	60,5	62,83	62,6
Вправо	89,2	81,8	84,7
Влево	97,7	99,7	105,8
<i>После лечения</i>			
Вперед	100,5	89,9	81,7
Назад	86,4	87,83	73,81
Вправо	109,4	96,8	93,2
Влево	115,1	101,2	106,4

При начале лечения в раннем восстановительном периоде преобладала значительная и умеренная степень восстановления, составляя в целом 67 % в первом случае и 33 – во втором. При начале реабилитации в позднем восстановительном периоде показатели были несколько хуже: у 54 % больных умеренная степень восстановления, у 31 – степень восстановления была небольшой, а у 15 % отсутствовала. Начало восстановительного лечения в резидуальном периоде инсульта малоэффективно: у 41 % отмечалась лишь небольшая положительная динамика, выражавшаяся в основном в улучшении функции ходьбы и навыков самообслуживания, некотором уменьшении спастичности.

Результаты нашего исследования во многом соответствуют данным зарубежных исследователей, показавших, что наилучшие эффекты реабилитации достигаются в течение раннего восстановительного периода [10]. Резидуальная стадия заболевания характеризуется окончательным формированием патологических двигательных стереотипов, возникновением ряда компенсаторных приспособлений, что значительно снижает реабилитационные потенциалы и уменьшает положительный эффект лечения в процессе двигательной реабилитации.

Необходимо отметить, что наилучшие результаты получены у пациентов с наиболее выраженной мотивацией к восстановлению нарушенных функций.

У наблюдаемых нами пациентов, не вошедших в основные группы исследования, отмечается положительная динамика в виде улучшения функции ходьбы, нарастания мышечной силы до 0,5 баллов, улучшение показателей вертикальной устойчивости.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Восстановление двигательных функций происходит в основном в первые 3–6 мес. от начала инсульта, и именно в эти сроки наиболее эффективно проведение комплексной реабилитации.

2. К числу прогностически неблагоприятных факторов для восстановления двигательных функций от-

носятся инициальная тяжесть двигательного дефекта (гемиплегия) и значительная спастичность.

3. Отрицательно сказываются на восстановлении и сопутствующие эмоционально-волевые, когнитивные нарушения.

4. Под влиянием лечения, включающего ФПЭС, отмечаются значительные клинические эффекты: нарастание силы стимулируемых мышц, улучшение основных характеристик ходьбы, увеличение продолжительности самостоятельной ходьбы или ходьбы со средствами дополнительной опоры, выработка наиболее правильного двигательного стереотипа.

5. Чем менее выражен парез, тем больше восстановительный эффект; с другой стороны, чем тяжелее двигательные расстройства, тем нагляднее может оказаться итог реабилитации.

Таким образом, применение метода ИКД посредством фазовой электростимуляции отчетливо показывает способность к восстановлению функции паретичной конечности и позволяет совершенствовать такие сложные функции, как ходьба, при еще сохраняющемся неврологическом дефиците (парезе) и, что немаловажно, способствует повышению самостоятельности пациента и возвращению его в привычное окружение.

Литература

1. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Стаховская Л.В. Эпидемиология инсульта в России // Неврология и психиатрия. Прил. Инсульт. 2003. № 8. С. 4–9.
2. Брыжахина В.Г., Дамулин И.В., Яхно Н.Н. Нарушения ходьбы и равновесия при дисциркуляторной энцефалопатии // Неврол. журн. 2004. Т. 9, № 2. С. 7–11.
3. Кадыков А.С., Шахпаронова Н.В. Реабилитация после инсульта // Рус. мед. журн. 2003. Т. 11, № 25. С. 1390.
4. Харченко Е.П., Клименко М.И. Пластичность и регенерация мозга // Неврол. журн. 2006. Т. 11, № 6. С. 37–45.
5. Яхно Н.Н., Дамулин И.В., Вознесенская Т.Г. Пластичность мозга и нервно-психические расстройства // Когнитивные нарушения при старении: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киев, 2007. С. 79–80.
6. Hallett M. Plasticity of the human motor cortex and recovery from stroke // Brain. Res. Rev. 2001. Vol. 36. P. 169.
7. Kjellstrom T., Norrving B., Shatchkute A. Helsing borg Declaration 2006 on European stroke strategies // Cerebrovasc Dis. 2007. Vol. 23. P. 229.
8. Искусственная коррекция движений при патологической ходьбе / А.С. Витензон [и др.]. М., 1999. 503 с.
9. Витензон А.С., Петрушанская К.А. От естественного к искусственному управлению локомоцией. М., 2003. 448 с.
10. Kosak M.C., Reding M.J. Comparison of partial body – weight – supported treadmill gait training versus aggressive bracing assisted walking post stroke // Neurorehabil Neural Rep. 2000. Vol. 14, № 1. P. 13–19.
11. Gait characteristics after gait – oriented rehabilitation in chronic stroke / S. Peurala [et al.] // Restor. Neurol. Neurosci. 2005. Vol. 23, № 2. P. 57–65.
12. Белова А.Н., Щенетова О.Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации. М., 2002. 440 с.