

Физическая реабилитация больных с заболеваниями и травмами нервной системы

 Г.Е. Иванова, Б.А. Поляев, А.В. Чоговадзе

Кафедра реабилитации и спортивной медицины РГМУ

Патогенетические механизмы двигательных нарушений

В основе двигательных нарушений, возникающих при поражении **нервной системы** (НС), лежат определенные патологические механизмы, реализация которых охватывает всю вертикальную систему регуляций движений — мышечно-тоническую и фазическую. К **типovým патологическим процессам**, возникающим в НС при ее повреждении, относятся (Крыжановский Г.Н., 1997):

- нарушение регулирующих влияний со стороны супраспинальных образований;
- нарушение принципа двойственной функциональной посылки в сторону преобладания возбуждения над торможением на уровне синапса;
- денервационный синдром (дедифференцировка денервированных тканей с появлением характерных для ранних стадий развития признаков, нарушение регуляции функций внутренних органов), к этому синдрому близок спинальный шок;
- деафферентационный синдром (растормаживание структур сомногенной системы, нарушение чувствительности, деафферентационные нарушения движений);
- нарушение интегративной деятельности НС (распад должных управляющих влияний и возникновение новых патологических интеграций).

Изменение программы движения обусловлено комплексным сегментарным и надсегментарным влиянием на осуществление сложного двигательного акта. При этом сочетаются дисбаланс тормозных управляю-

щих влияний со стороны высших отделов центральной НС (ЦНС), растормаживание более примитивных (сегментарных, стволовых, мезенцефальных) рефлекторных реакций, сохранение жестких комплексных программ поддержания равновесия и устойчивости в различных положениях (сформированных уже в филогенезе). То есть происходит переход от более совершенной, но менее устойчивой формы контроля функции к менее совершенной, но более устойчивой ее форме.

В деятельности нейрона — сложно организованной структурно-функциональной единицы НС происходят следующие нарушения:

- процессов проведения возбуждения;
- аксонального транспорта;
- дендритно-шипового аппарата;
- процессов внутриклеточной регенерации;
- функционирования собственной усиленной системы нейрона.

Эти изменения возникают в основном на фоне энергетического дефицита нейрона, запускающего каскадные реакции повреждения, которые реализуются сразу или в виде отсроченной гибели.

Нарушение деятельности синапса может быть связано с изменением функционирования пресинаптической мембраны, процесса транспорта медиатора к постсинаптической мембране, изменением функционирования постсинаптической мембраны.

В денервированной мышце появляется спектр ферментов эмбрионального типа, т.е. происходит своеобразный возврат мы-

шечной ткани к более ранним стадиям развития. Этот эффект связан с выпадением контроля со стороны нерва и с нарушением нейротрофических влияний. Утрата должной функции мышц проявляется в уменьшении объема и количества миофибрилл, нивелировании разницы между быстрыми и медленными мышечными волокнами по количеству макроэргических соединений и активности ряда ферментов, увеличении доли быстрых мышечных волокон, деструктуризации митохондрий и саркоплазматического ретикула.

Двигательный дефект развивается при условии комбинации четырех патологических факторов: утраты или изменения функции мышц, нейрона, изменения позы и инерционных характеристик конечностей, изменения программы движения. При этом следует помнить, что независимо от уровня поражения картина нарушений двигательной функции подчиняется определенным **биомеханическим законам** (Скворцов Д.В., 1996):

- перераспределения функции;
- функционального копирования;
- обеспечения оптимума.

Исследованиями многих авторов показано, что при различной патологии НС независимо от уровня поражения страдают практически все отделы центральной и периферической НС, которые ответственны за поддержание позы и управление перемещением. Существование типичных двигательных расстройств при различных заболеваниях свидетельствует о возможности создания типовой программы восстановительных мероприятий при различных поражениях НС. Увеличение внимания к отдельным звеньям такой программы или дополнение ее различными видами терапевтического воздействия в зависимости от особенностей патологического процесса позволит увеличить ее эффективность.

Особенности становления моторики

Основными звеньями системы управления **позой и движениями** являются сегментарный аппарат спинного мозга, вестибулярные ядра, ретикулярная формация, мозжечок, красное ядро, подкорковые ядра, сомоторные участки коры головного мозга. В состав этой системы входят тонические и фазические нейроны двигательной коры и стриопаллидарной системы, фазические быстрые γ -нейроны и большие α -мотонейроны, тонические медленные γ -нейроны и малые α -мотонейроны спинного мозга, быстрые и медленные мышечные волокна, симпатические и парасимпатические волокна, рецепторный аппарат. В норме тонические и фазические системы находятся в реципрокных взаимоотношениях, обеспечивая нормальную работу мышц-антагонистов, а структуры вегетативной НС обеспечивают трофический компонент нервных и мышечных волокон на основе двойной реципрокной иннервации.

В случае повреждения утраченная функция восполняется целой функциональной системой с широко взаимодействующими центральными и периферическими образованиями, которые создают единый комплекс с определенными физиологическими свойствами. Под влиянием новых афферентных импульсов, поступающих с периферии после повреждения, возможно "переучивание нейронов" (моторное переобучение) с переносом функции с пораженных нейронов на сохраненные и стимуляцией репаративных процессов в поврежденных нейронах. Выздоровление представляет собой активный процесс, который совершается по определенным законам и имеет свои стадии развития.

В **онтогенезе двигательной функции** происходит последовательное переключение контроля с одного этапа на другой (от продолговатого мозга к коре головного мозга) и последовательное увеличение числа контролируемых ЦНС двигательных единиц —

от продолговатого мозга к эффекторному органу — мышце. Можно выделить **ряд стадий в процессе моторного онтогенеза**, характеризующих возможный контроль над функцией мышцы.

Стадия воздействия на проприоцептивный аппарат, определяющий специфичность воздействия на мышцы, соединительную ткань, суставы и характеризующийся самым простым уровнем регуляции: воздействие на рецептор — эффект. На этой стадии достигнутый эффект сохраняется очень недолго, определяясь периодичностью и интенсивностью воздействия. При этом в соответствии с этапами становления вертикальной позы человека воздействие должно осуществляться вначале на аксиальные мышцы в кранио-каудальном направлении, затем на мышцы плечевого и тазобедренного поясов, а затем на мышцы конечностей последовательно от проксимальных к дистальным.

Стадия привлечения регуляторных влияний с глазодвигательных мышц, ритмическая аудиостимуляция (счет, музыкальное ритмичное сопровождение), стимуляция рецепторов вестибулярного аппарата в зависимости от положения головы по отношению к туловищу. На этой стадии стимулируются комплексная обработка обстановочной афферентации и рефлекторные реакции, контролируемые более сложной нейронной системой с участием вставочных нейронов. С этого этапа очень важным моментом реабилитационных мероприятий становится контроль за состоянием вегетативной НС и уровнем адаптационных возможностей пациента с целью исключения перегрузки сердечно-сосудистой и респираторной систем. Следствием этого может быть снижение энергетического потенциала нейрона с последующим апоптозом или дестабилизация сердечно-сосудистой системы.

Стадия приобретения последовательного контроля над плечевым и тазобедренным поясом или стадия изменения положения

тела, базирующаяся на изменении положения плечевого, а затем тазового пояса вслед за головой.

Стадия уменьшения площади опоры тела, характеризующаяся стимуляцией контроля над конечностями последовательно в дистальном направлении — от плечевых и тазобедренных суставов к лучезапястным и голеностопным. При этом вначале обеспечивается устойчивость в каждом новом достигнутом положении, а лишь затем — мобильность в этом положении и возможность его изменения на следующее в соответствии с этапом развития вертикальной позы.

Исследования последних лет свидетельствуют, что корпус тела является основным объектом регулирования и поддержания вертикальной позы. Предполагается, что информация о положении корпуса обеспечивается проприоцептивным аппаратом поясничного отдела позвоночника и ног (в первую очередь, голеностопного сустава). В процессе онто- и филогенеза формируется комплексная иннервационная программа сохранения устойчивого положения тела, в которой жестко функционируют мышцы, предотвращающие резкие колебания общего центра тяжести тела в вертикальном положении и при ходьбе. Это мышцы с так называемой силовой функцией (или мышцы-разгибатели) — крестцовоостистые, большая и средняя ягодичные. По менее жесткой программе функционируют мышцы, участвующие преимущественно в настройке движений (мышцы-сгибатели), — прямые и наружные косые мышцы живота, сгибатели и отчасти аддукторы бедра. В условиях патологии эти закономерности функционирования мышц соблюдается: разгибатели выполняют в основном силовую функцию, а сгибатели — коррекционную.

Учитывая онто- и филогенетические особенности становления моторики человека, изменение позы и инерционных характеристик конечностей обуславливает

стартовую афферентацию. Они являются биомеханически “нулевой координатой” каждой части движения и определяют поток проприо-, экстеро- и ноцицептивной обстановочной афферентации для включения последующей программы действия.

Для решения задачи перемещения (организма в целом или его сегмента) ЦНС дает сложную команду, которая рекодируется на каждом из подуровней, поступает к эффекторным нейронам и вызывает:

- изометрическое сокращение групп мышц, сохраняющих не перемещаемые в данный момент сегменты в стабильном положении;
- параллельное динамическое концентрическое и эксцентрическое сокращение мышц, обеспечивающих перемещение данного сегмента тела в определенном направлении и с определенной скоростью;
- изометрическое и эксцентрическое напряжение мышц, которое стабилизирует заданную траекторию во время движения. Без нейтрализации дополнительных сокращений процесс перемещения невозможен.

Процесс формирования моторного навыка является как бы двусторонним. С одной стороны, ЦНС “учится” давать высокодифференцированные команды, обеспечивающие наиболее рациональное решение конкретной двигательной задачи. С другой стороны, в опорно-двигательном аппарате возникают соответствующие цепи мышечных сокращений, обеспечивающих координированные движения (целенаправленные и экономичные). Сформированные таким образом мышечные движения представляют собой физиологическую реализацию взаимодействия ЦНС и опорно-двигательного аппарата. Они являются, во-первых, этапными в развитии функции движения, а во-вторых — базовыми для улучшения двигательной координации.

В нейрореабилитации выбор используемого движения определяется данными обследования пациента. Для использования кинезиотерапевтических средств с наибольшей эффективностью необходимо четко представлять патогенез заболевания, задачи, которые могут быть решены с помощью предлагаемого метода в комплексном лечении того или иного заболевания, показания и противопоказания для его применения.

Алгоритм использования лечебной физкультуры при заболеваниях и повреждениях НС

- Основные компоненты комплекса ранней реабилитации больных с инсультом**
1. **Детализированный топический диагноз.**
 2. **Уточнение характера двигательных расстройств** (центральный или периферический парез с явлениями диашиза или спастики, афферентный парез, атаксия, диспраксические расстройства), сочетания их в одной и той же конечности, степени двигательного дефицита по оси туловища (в руке и ноге). Выявление преморбидного фонового поражения НС и, по возможности, определение функционального состояния мозга с точки зрения онтогенетического развития.
 3. **Тщательное нейропсихологическое исследование** для уточнения нарушений высших психических функций
 4. **Комплексная медикаментозная терапия.**
 5. **Мониторное тестирование вегетативного обеспечения функций сердечно-сосудистой системы** в целях адекватной оценки и прогнозирования состояния пациента, а также динамичного управления процессом реабилитации.
 6. **Функциональное тестирование**, которое заключается в систематическом исследовании реакции пульса и артериального давления на тестовые нагрузки. Последовательно применяются следующие функциональные тесты: проба с апноэ на выдохе, проба с гипервентиляцией,

ортостатическая проба с использованием положений сидя и стоя. Эти тесты хорошо известны в практике спортивной и клинической медицины, но для оценки состояния пациентов с заболеваниями НС в комплексе ранее не использовались. Предлагаемые тесты объективизируют принцип постепенности в назначении физических нагрузок на самых ранних сроках восстановительного лечения больным с различным функциональным состоянием и позволяют надежно подготовить больного к следующей ступени активности с использованием в основном резервных, а не компенсаторных возможностей организма. Показанием к использованию более нагрузочного функционального теста и к расширению двигательной активности является адекватная реакция сердечно-сосудистой и респираторной систем на соответствующий функциональный тест (рисунок). При первом обследовании больного проводятся вентиляционные тесты (тест с комфортным апноэ и комфортной гипервентиляцией), далее проведение тестов определяется реакцией пациента на тестирующую нагрузку. Использование того или иного исходного положения при лечебной гимнастике зависит не только от хорошего освоения упражнений предыдущего этапа, но и от реакции на соответствующие функциональные пробы.

7. Объем суточной двигательной или другой активности лимитирован максимальной частотой сердечных сокращений (ЧСС), которая рассчитывается по формуле:

$$ЧСС_{\text{макс}} = ЧСС_{\text{покой}} + (145 - ЧСС_{\text{покой}}) \times 60\%.$$

Режим нагрузок выбран так, чтобы гарантировать аэробный характер энергообеспечения любой активности пациента. Это позволит исключить перенапряжение и развивать выносливость систем организма, в первую очередь сердечно-сосудистой и респираторной.

Правильная интерпретация результатов тестирования дает возможность гибко управлять реабилитационной программой, осуществлять дозированное воздействие на организм без перенапряжения сердечно-сосудистой и респираторной систем, что позволяет добиться больших результатов в более короткие сроки за счет адекватной экономизации функции. Расширение двигательного режима и усложнение осваиваемых двигательных задач возможно только при адекватной реакции организма на предъявляемые тесты.

8. Дифференцированная, онтогенетически обоснованная лечебная гимнастика, решающая задачи моделирования физиологического иерархического контроля двигательной функции со стороны НС. Назначение средств и методов лечебной гимнастики рекомендуется по достижении стабильного клинического состояния пациента.

Задачи физической реабилитации

- Восстановление функции морфологически сохранных, но функционально недеятельных нейронов.
- Угнетение механизмов, которые обуславливают образование зоны функциональной асинапсии.
- Предупреждение развития атонических и атрофических процессов в мышцах.
- Поддержание и развитие нормальных функциональных взаимоотношений между различными мышечными группами — сохранение или воссоздание нормального статического и динамического стереотипов.
- Поддержание и расширение функциональных возможностей пациента на основе адекватной стимуляции резервов сердечно-сосудистой и респираторной систем.

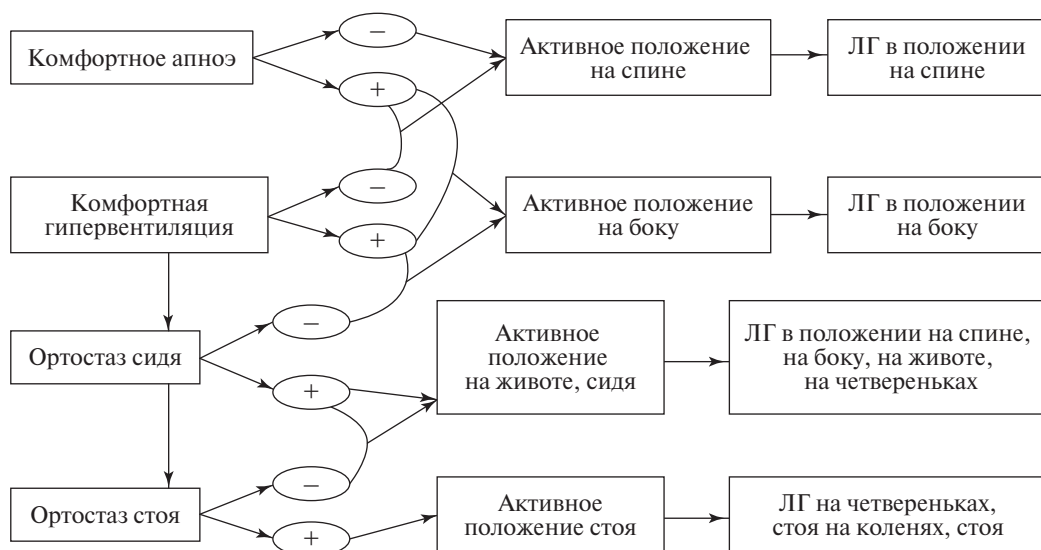
Содержание восстановительных мероприятий

Содержание восстановительных мероприятий обуславливается видом клинического синдрома. Их первоочередной задачей служит **сохранение или восстановление стереотипа дыхания**, что позволяет сохранить эффективный дыхательный объем и избежать гипервентиляции (именно дыхательный центр нередко становится первичной патологической детерминантой гипервозбуждения при патологии НС).

Следующей задачей восстановительных мероприятий является **восстановление статического стереотипа** – последовательно во всех исходных положениях (от горизонтального до вертикального). Это достигается на основе использования управляющего влияния на двигательную сферу структур спинного мозга, продолговатого мозга и вестибулярно-мозжечкового комплекса (сочетанное влияние на формирование статического и динамического стереотипов простых, глазодвигательных, тонических

рефлексов). Следует учитывать наличие деформаций, связанных с дегенеративно-дистрофическими процессами в позвоночнике, суставах и конечностях пациента. Видами **постуральной коррекции** являются: лечение положением (оно выполняется вне занятий по активной коррекции и предупреждает нарушения тонусно-силовых взаимоотношений на ранних сроках), активная коррекция по удержанию различных поз, скелетное вытяжение для разгрузки позвоночника на этапе перехода в положение стоя на коленях и стоя.

Задача **сохранения и восстановления устойчивости** обеспечивается симметричным удержанием проекции общего центра тяжести на опорную поверхность в таких исходных положениях, в которых будет стимулироваться нормальная афферентация с суставов и мышц. С нашей точки зрения, эти исходные положения должны повторять процесс онтогенетического развития и перехода к вертикальному положению тела. **Исходные положения**, в которых предла-



Использование функциональных тестов для выбора двигательной активности. “+” – адекватная реакция сердечно-сосудистой и респираторной систем на тест; “–” – ее отсутствие. ЛГ – лечебная гимнастика.

гается достичь активной устойчивости и использовать лечебную гимнастику:

- лежа на спине;
- лежа на боку (правом и левом);
- лежа на животе;
- на четвереньках;
- в “косом сидении”;
- стоя на коленях (с дополнительной вертикальной опорой и без опоры);
- стоя (с дополнительной вертикальной опорой и без опоры).

Исходное положение становится непосредственно активированным положением с вытяжением поддерживающих его мышечных групп и стимуляцией последовательной цепочки мышечных сокращений, направленных от центра к периферии. Симметричность поддержания исходного положения пациента во время занятия постоянно корректируется пассивно или активно, чтобы стимулировать должную афферентацию.

Восстановление динамического стереотипа осуществляется в несколько стадий.

1. На базе стрейч-рефлекса при искусственной должной стимуляции в соответствующих исходных положениях при онтогенетически выработанных автоматизированных двигательных реакциях (переворачивания, “тюленьего движения”, рефлекторного ползания, бипедальной ходьбы) активизируются скелетные мышцы.
2. Поскольку дистальное направление действия мышц характерно для моторного онтогенеза, последовательность использования упражнений для мышц конечностей и туловища должна соответствовать следующим принципам:
 - от крупных групп мышц — к мелким;
 - от крупных суставов — к мелким;
 - от изометрической нагрузки — к динамической.
3. С учетом биомеханических особенностей вертикальной позы человека (малая площадь опоры, высокое положение

центра тяжести, возрастание статической нагрузки на суставы ног в дистальном направлении) обеспечение устойчивости возможно посредством стабилизации углов в суставах конечностей (в зависимости от позы) и позвоночника. Ключевыми в антигравитационной работе являются последовательно следующие суставы: плечевые, тазобедренные и суставы шейного отдела позвоночника; локтевые, коленные и суставы грудного отдела позвоночника; лучезапястные, коленные и суставы грудного и поясничного отделов позвоночника; коленные и суставы пояснично-крестцового отдела позвоночника; голеностопные и суставы позвоночника в целом.

4. Для восстановления способности мышц выполнять различные виды работы используются эффекты суммации раздражения, иррадиации возбуждения, последовательной индукции, реципрокной иннервации; последовательно — приемы растяжения, аппроксимации, сопротивления движению при выполнении диагональных, спиральных моделей движения во всех суставах в зависимости от исходного положения.

Для улучшения координации функции мышц и суставов в каждом исходном положении сначала достигается статическое, а затем динамическое равновесие. Только после достижения активности в предыдущем исходном положении при условии адекватного кардиореспираторного обеспечения пациент переводится в последующее исходное положение.

Средства кинезиотерапии, используемые в физической реабилитации больных с заболеваниями и повреждениями НС в ранний восстановительный период (по Слычеву П. и др., 1986; Варлоу Ч.П. и др., 1998; Журавлевой А.И., 2001).

1. **Активные формы** — гимнастические упражнения. Их подразделяют на упражнения:

- с элиминированной гравитацией, антигравитационные, гравитационные, с дополнительной нагрузкой;
- изометрические, изотонические;
- рефлекторные, на координацию, в расслаблении;
- общеразвивающие, специальные.

II. Пассивные формы.

1. Лечение положением.
2. Мануальные процедуры:
 - ручные массажные манипуляции;
 - воздействия на мышечный тонус (релаксирующие и тонизирующие);
 - мануальные экстензии;
 - мануальная терапия (вертебротерапия и манипуляции с суставами).
3. Движения, совершаемые при помощи аппаратов:
 - аппаратные массажные манипуляции;
 - аппаратные экстензии;
 - аппаратное увеличение объема движений в суставах;
 - аппаратное воздействие на мышечный тонус.

III. Сочетание активных и пассивных форм

- бытовые и трудовые виды деятельности.

Заключение

Лечение пациентов с заболеваниями и травмами нервной системы является процессом длительным, оно осуществляется в различных лечебных учреждениях (больницы, санатории, центры восстановительного лечения и т.д.). В этой связи выбор средств и методов воздействия должен быть обусловлен не только теоретической целесообразностью их применения, но также экономической и социально-психологической эффективностью в данный промежуток времени. Целесообразно вы-

делять в начале лечения его ближайшие и отдаленные цели, что будет определять объем использования глобальной и функциональной кинезиотерапии.

Рекомендуемая литература

- Анохин П.К. Общие принципы компенсации нарушенных функций и их физиологическое обоснование. М., 1977.
- Баев К.В. Нейронные механизмы программирования спинным мозгом ритмических движений. Киев, 1984.
- Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность. М., 1966.
- Бонев Л. Руководство по кинезотерапии. София, 1978.
- Васильева Л.Ф. Визуальная диагностика нарушений статики и динамики опорно-двигательного аппарата человека. Иваново, 1996.
- Витензон А.С. Исследование биомеханических и нейрофизиологических закономерностей нормальной и патологической ходьбы человека: Дис. ... докт. мед. наук. М., 1982.
- Гранит Р. Основы регуляции движений. М., 1973.
- Гурфинкель В.С., Левин Ю.С. Скелетная мышца, структура и функции. М., 1985.
- Гусев Е.И., Сковрцова В.И., Чекнева Н.С. и др. Лечение острого мозгового инсульта (диагностические и терапевтические алгоритмы). М., 1997.
- Зембатый А., Вейс М. Физиотерапия. М., 1986.
- Инсульт. Практическое руководство / Под ред. Скоромца А.А., Сорокоумова В.А. СПб., 1998.
- Крыжановский Г.Н. Общая патофизиология нервной системы. Руководство. М., 1997.
- Сковрцов Д.В. Клинический анализ движений. Анализ походки. Иваново, 1996.
- Сковрцова В.И. Электронеиомиографическое исследование при недостаточности мозгового кровообращения // Сосудистые заболевания нервной системы. М., 1986. С. 150–152.