

УДК 615.477.31:616.8-009.1

Особенности ортезирования детей с нервно-мышечными заболеваниями

И.Н. Чернышева

Украинский научно-исследовательский институт протезирования, протезостроения и восстановления трудоспособности, Харьков

Ключевые слова: нервно-мышечные заболевания, дети, ортезирование

Восстановление функции стояния и ходьбы у детей с тяжелыми неврологическими заболеваниями, дефицитом мышечной активности, координации движений и ортостатической неустойчивостью является сложной, но актуальной проблемой. К группе данных заболеваний относятся врожденные и приобретенные заболевания центральной и периферической нервной системы, наследственная нервно-мышечная патология, последствия инфекционных заболеваний и травм спинного мозга, спинномозговые грыжи и т.п.

По данным Центра медицинской статистики МЗ Украины (2006), уровень общей детской инвалидности постоянно увеличивается и составляет 177,6 на 10000 детей [1]. Заболеваемость центральной и периферической нервной системы у детей остается высокой (22,7% от общего числа детей-инвалидов) и имеет тенденцию к увеличению, причем более половины из них (57,5%) приходится на детский церебральный паралич [2]. По данным Ненько А.М. [3], частота наследственных нервно-мышечных заболеваний вариабельна и составляет 1,3–12,9 на 100000 населения. Популяционная частота спинномозговой грыжи составляет 2–8 случаев на 1000 новорожденных [10].

Дети, утратившие функцию опоры и передвижения, относятся к категории больных с резким ограничением критериев жизнедеятельности. Длительная обездвиженность и гиподинамия приводят к формированию контрактур суставов, деформации конечностей и позвоночника, нарушению статики и локомоции вплоть до полной утраты возможности передвигаться и самообслуживания. Ограничение двигательной активности способствует развитию заболеваний органов пищеварения, воспалительных заболеваний и нарушению функции тазовых органов, минерального

обмена, развитию остеопороза, прогрессированию скелетных деформаций, ведущих к полному обездвиживанию, формированию сердечно-легочной недостаточности, что является препятствием в общении, ведет к стрессу, депрессии и еще более усугубляет вышеупомянутые расстройства. Выраженная инвалидизация больных детей приводит к потере возможности обучения в условиях общеобразовательной школы, что означает жизнь в инвалидной коляске в пределах своей квартиры и резкое сужение круга людей, контактирующих с ребенком [3, 58, 64].

Существующие методы лечения пациентов с выраженным нарушением функции стояния и ходьбы предусматривают разнообразные способы хирургического и консервативного лечения, направленные на восстановление двигательной активности, в том числе и использование протезно-ортопедической техники. Ортезы улучшают способность больных ходить и отдалают момент полной зависимости от инвалидной коляски.

К ортопедическим средствам, позволяющим компенсировать отсутствующую функцию опороспособности и ходьбы у пациентов с выраженным дефицитом мышечной силы и дефицитом координации движений, относятся:

- шарнирные ортезные системы на нижние конечности и позвоночник [12, 14, 17, 44, 48, 53];
- параподиум [17, 52];
- реципрокный ортезный комплекс (ПОК) [27];
- реципрокные ортезы (RGO — reciprocating gait orthosis), обеспечивающие возвратно-поступательную ходьбу, эквивалентную естественной: HGO (hip guidans orthosis, parawalker), ARGO (advanced RGO), IRGO (isocentric RGO) [12, 17, 45, 47, 50].



Рис. 1. Внешний вид ортеза на коленный-голеностопный суставы-стопу

Шарнирные ортезные системы

Ортез на коленный, голеностопный сустав и стопу (INTERBOR Nomenclature ©, версия 2003) — обеспечивает фиксацию коленного и голеностопного суставов с помощью замков (рис. 1). Эта конструкция ортезной системы широко пропагандировалась Scott Craig в Реабилитационном центре Колорадо [17]. Отечественные ортопеды рекомендуют их использовать при спастических и вялых парезах нижних конечностей с сохраненной функцией ягодичных мышц или хотя бы мышц спины и живота [14]. Ортезы на всю ногу чаще всего назначают детям, которые хорошо переносят очень сложные устройства [17, 46].

Ортез на позвоночник, тазобедренный, коленный, голеностопный суставы и стопу — состоит из корсета на груднопояснично-крестцовую область (для стабилизации туловища), соединенного с двусторонним ортезом на всю ногу тазобедренными шарнирами, которые позволяют движение в сагиттальной плоскости до 10° . Замки в коленных шарнирах стабилизируют конечности, голеностопная часть ортезной системы допускает небольшую амплитуду движения в голеностопном шарнире (рис. 2). Эта ортезная система называется Ferragi, по имени итальянского врача, который выборочно назначал его детям с нижним вялым парапарезом вследствие *spina bifida*. Ходьба в них — «медленное волочение конечности» — возможна со вспомогательными устройствами для ходьбы или костылями. Такие ортезные системы чаще всего назначают детям и молодым сильным пациентам, т.к. передви-



Рис. 2. Вид спереди ортеза на позвоночник-тазобедренный-коленный-голеностопный суставы-стопу

жение в них требует больших энергозатрат [48].

Слабость мышц нижних конечностей и туловища часто делает ходьбу без ортезов невозможной. Однако энергия, требуемая для передвижения в ортезах, больше, чем больные могли бы затратить. Поэтому в большинстве случаев, по мнению ряда авторов, инвалидная коляска становится основным средством передвижения больных [24, 25, 48].

Параподиум

Параподиум — ортез рамочного типа, предназначенный для активной реабилитации и передвижения на ограниченное расстояние больных с парезами и параличами без дополнительной опоры (рис. 3 а).

Параподиум был разработан в 1960-х гг. в Центре реабилитации детей-инвалидов Торонто в штате Онтарио (Канада) [52]. Первоначальный вариант представлял собой вертикализатор, установленный на опорной пластине. Наличие жестких прокладок в области груди, таза и коленных суставов позволяло принять вертикальное положение и передвигаться путем попеременного наклона туловища в стороны. Модификацией является

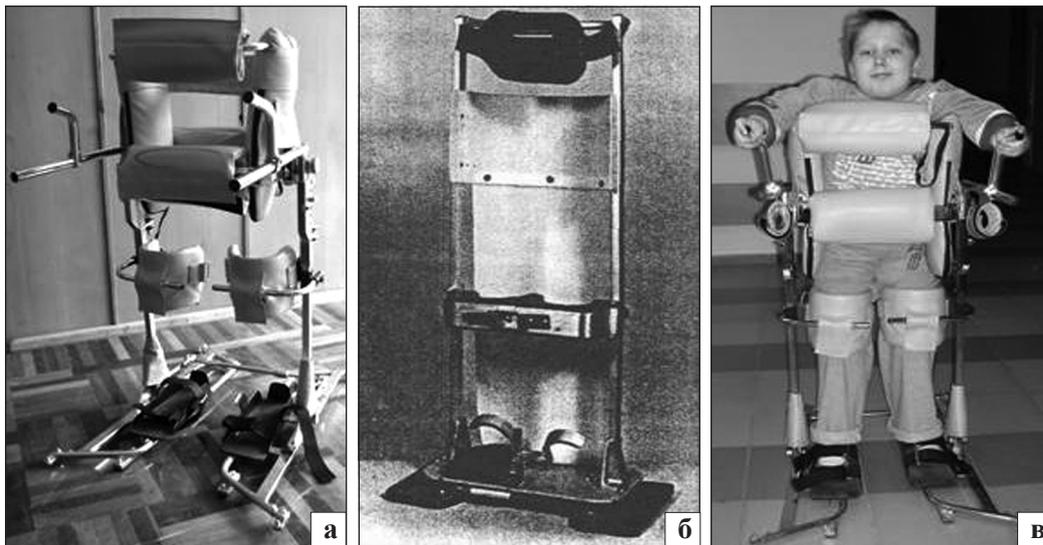


Рис. 3. Параподиум динамический: а) внешний вид параподиума; б) ORLAU-parawalker; в) ребенок в параподиуме

Рочестерский параподиум (Rochester parapodium), разработанный в Медицинском центре Рочестерского университета (Нью-Йорк), который содержит более удобные замки тазобедренных и коленных шарниров, что облегчает переход в положение сидя и наклон туловища. Другим вариантом параподиума является шарнирное устройство для ходьбы ORLAU-parawalker, разработанное в Отделе по исследованиям в области ортезирования в клинике, Oswestry (Англия). Отличается отсутствием тазобедренного и коленного шарниров и наличием подвижного основания, на которое установлены фиксирующие устройства для стоп. Попеременный наклон туловища в стороны позволяет медленно перемещаться вперед (рис. 3 б) [17, 32].

Параподиум обеспечивает динамическую нагрузку на костно-мышечную систему больного, являясь одновременно вертикализатором, тренажером и средством для передвижения на ограниченное расстояние. Ходьба в параподиуме подготавливает костно-мышечную систему к осевой нагрузке, укрепляет мышцы рук, спины, ягодиц, развивает вестибулярный аппарат и обучает переносу веса тела с одной ноги на другую, является подготовительным этапом в обучении ребенка ходьбе в реципрокном ортезе (рис. 3 в) [17, 51, 52].

Преимущества параподиума перед ортезом на позвоночник, тазобедренный, коленный, голеностопный сустав и стопу следующие:

- в положении больного стоя верхние конечности свободны;
- возможна некоторая мобильность без костылей;
- надевание и снятие ортеза более быстрое и легкое;
- модульная конструкция позволяет приспособиваться в период роста;

- возможен самостоятельный переход больного из положения сидя в положение стоя и наоборот;
- самостоятельное, удобное, безопасное пребывание в положении стоя в течение очень длительного времени без дополнительной опоры [17, 32].

Недостатком этой ортезной системы является отсутствие возможности социализации пациентов, перемещения в обществе здоровых людей. Предназначен для занятий в клинических условиях, реабилитационных центрах или дома [32, 51, 52].

*Реципрокный ортезный комплекс (от лат. *reciprocus* — возвращающийся, циклический)*

Метод компенсации дефицита мышечной и управляющей активности с помощью реципрокной ортезной системы разработан профессором Дюкенджиевым Е.П. [27] (лаборатория атипичного протезирования, Латвия, 2002). Метод реализуется посредством использования реципрокной ортезной системы, вертикализатора, рамы, «беговой дорожки» и электростимулятора мышц в едином «реципрокном ортезном комплексе» (РОК).

Сущность метода заключается в обеспечении принудительного движения сегментов конечностей и туловища пациента, близкого к их движению при естественной ходьбе, с помощью внешнего источника энергии с одновременным проведением электростимуляции мышц. Показанием к использованию РОК являются ДЦП, повреждения и заболевания спинного мозга.

В основе метода лежит концепция возможности восстановления или улучшения двигательной функции у парализованных больных при заболеваниях и повреждениях спинного мозга, последствиях инсульта. Этот эффект может быть результатом реверсии феномена “learned — non use”, впервые описанного Taub et al. [66]. Kunkel A. et al. [42],

Lierpert L. et al. [43] также считают, что тренировка ходьбы на «беговой дорожке» с поддержанием веса тела может в значительной степени восстановить способность к ходьбе людей с повреждением спинного мозга, что подтверждают и другие исследователи [23, 24, 41].

Применение авторского метода Дюкенджиева предотвращает гипотрофию мышц, уменьшает явления перемежающейся хромоты, восстанавливает нейрофизиологические механизмы управления движением автоматизированного типа [67, 68].

Преимущества данного метода восстановления двигательной активности:

- независимость от двигательных возможностей пациента;
- ортезная система изготавливается индивидуально;
- может применяться не только в клиниках и санаториях, но и в домашних условиях;
- лечение может проводиться непрерывно в течение 6–8 месяцев.

Таким образом, РОК является своеобразным тренажером опорно-двигательной системы, обеспечивающим ритмическое движение не только нижних, но и верхних конечностей, близкое к естественной ходьбе за счет реципрокных механизмов. Однако использование этого метода не предусматривает возможности перемещения пациента, его социализации, расширения круга общения.

Реципрокные ортезы

Реципрокный аппарат (reciprocating gait orthosis, RGO) — ортезная система с реципрокным механизмом, обеспечивающим возвратно-поступательную ходьбу, подобную естественной.

Состоит из двустороннего ортеза на всю ногу с замками в коленном и тазобедренном шарнирах, корсета с реципрокным механизмом. Реципрокный механизм представляет собой связь (сцепку) между правым и левым ортезами, обеспечивающую движение в сагиттальной плоскости таким образом, что сгибание одного бедра приводит к разгибанию другого. В результате — непрерывная ходьба с попеременным выносом бедер вперед, близкая к естественной. Активное сгибание бедра или пассивное его разгибание путем откидывания туловища назад является пусковым механизмом для перемещения.

Конструкция RGO позволяет перемещаться больным самостоятельно или с костылями, ходунками. Замки в коленном и тазобедренном шарнирах создают устойчивое положение стоя. В положении сидя замки в шарнирах открываются. Может использоваться как вертикализатор, тре-

нажерное устройство и аппарат для перемещения [4–7, 20, 24, 25, 36, 50].

Концепция RGO — соединение правого и левого ортезов тазобедренными шарнирами к тазовой части с реципрокным механизмом — принадлежит Wally Motloch, ортезисту из Центра для детей-инвалидов (штат Онтарио, Канада — Crippled children's Center, Toronto, Ontario, Canada) [68].

Roy Douglas [23–25] в начале 1980-х гг. продолжил исследования в Университете штата Луизиана (США), установив горизонтальную двукабельную систему в качестве реципрокного механизма. В результате был создан LSU-RGO (Louisiana State University Reciprocating gait orthosis), который выпускается до настоящего времени.

В 1990-х гг. Hugh Steeper Ltd. (London, England) упростил конструкцию, предложив однокабельный вариант реципрокного ортеза, ARGO (Advanced Reciprocating Gait Orthosis) [35, 45].

В начале 1990-х гг. в Центре ортопедического планирования, Кэмпбелл [21, 33] (Калифорния, США — Center for Orthotics Design in Campbell, California), предложен усовершенствованный реципрокный ортез с качательным запором, выполняющим функцию реципрокного механизма — IRGO (Isocentric Reciprocating Gait Orthosis).

В 2006 году появились публикации об использовании в Корее механизма давления воздуха в реципрокной системе при ходьбе в ортезе — Powered Gait Orthosis (PGO) [62], однако скорость ходьбы и параметры шагового цикла меньше, чем при ходьбе в RGO.

В Украинском НИИ протезирования в 2008 году разработан реципрокный аппарат, конструктивные особенности которого позволяют регулировать



Рис. 4. Реципрокный аппарат (RGO): а) внешний вид аппарата сзади; б) ребенок И. в аппарате

ширину реципрокного механизма в соответствии с изменением антропометрических характеристик ребенка в процессе роста (рис. 4) [8].

Различные конструкции реципрокной связи обеспечивают выполнение одних и тех же функций:

- формируют возвратно-поступательное (реципрокное) движение двустороннего ортеза;
- препятствуют одновременному двустороннему сгибательно-разгибательному движению в тазобедренных суставах (функция билатеральной устойчивости при стоянии и в фазу переноса веса тела) [15, 37, 59, 68].

Для улучшения двигательной активности больных с параплегией нижних конечностей в конце 1980-х годов был создан гибридный RGO, ходьба в котором сочетается с электростимуляцией мышц (функциональная электростимуляция мышц — ФСМ) [51, 57]. Hirokawa et al. [34], Phillips C.A. [54], Kralj A.C. et al. [41] заключают, что LSU RGO с ФЭС объединяет преимущества механического ортеза с преимуществами ФЭС для снижения энергозатрат при передвижении больного с параплегией.

По данным литературы, преимущества реципрокных ортезов перед обычными ортезами на всю ногу с тазобедренными шарнирами следующие:

- ходьба в RGO является более энергосберегающей в сравнении с ортезами на всю ногу при одинаковой скорости передвижения [18, 30, 38, 57];
- позволяют самостоятельно стоять со свободными для других движений руками [18];
- обеспечивают более естественную модель ходьбы;
- билатеральная устойчивость при стоянии и передвижении;
- позволяют вставать и садиться на стул [44].

Некоторые авторы [34, 35, 39, 56] пытались оценить функцию реципрокной связи путем сравнения энергозатрат пациентов при ходьбе в ортезах с реципрокной связью и без нее, например при ходьбе в ARGO с разъединенным и с восстановленным кабелем. Ijzerman et al. [35], Hirokawa et al. [34] установили, что пациентам с высоким торакальным уровнем повреждения спинного мозга предпочтительна медленная ходьба, при этом энергопотребление при ходьбе в реципрокном ортезе ниже, чем при ходьбе в ортезах без реципрокной связи. Пациентам с нижним торакальным уровнем повреждения предпочтительна более высокая скорость передвижения, при этом энергозатраты больше, чем при ходьбе в ортезах без реципрокной связи.

Однако Campbell J. et al. [36] считают, что ортезы на всю ногу без реципрокного механизма

обеспечивают более эффективную, с точки зрения расхода энергии, ходьбу (потребление кислорода на 27 % меньше, чем при ходьбе в аппарате RGO).

По способности передвигаться в реципрокном ортезе больные с параплегией нижних конечностей делятся на 4 группы [58]:

- 1) пациенты, способные передвигаться в общественных местах (community ambulators) с помощью RGO, могут передвигаться вне дома, увеличивать или уменьшать скорость передвижения, при этом средняя скорость передвижения близка к ходьбе здорового человека — 1,5 миль/час;
- 2) пациенты могут передвигаться внутри или снаружи дома (household ambulators) без дополнительной опоры или с незначительной помощью;
- 3) пациенты ходят в реципрокном ортезе только в течение лечебного сеанса (therapeutic ambulators);
- 4) больные, которые используют для перемещения только инвалидное кресло (non ambulators).

Однако есть и противопоказания к назначению реципрокных ортезов:

- контрактуры суставов нижних конечностей более 10°;
- выраженная мышечная спастика или другая произвольная активность мышц, которая препятствует свободному и скоординированному передвижению;
- ожирение;
- недостаточная сила верхних конечностей.

Основными условиями успешного передвижения в RGO являются:

- опорность стоп, незначительные отклонения могут быть компенсированы ортопедической обувью;
- отсутствие контрактур тазобедренных и коленных суставов (не более 5–10°) и выраженной спастики мышц;
- достаточная сила верхних конечностей;
- мотивация (желание передвигаться) [25].

Ряд авторов пишут о необходимости оперативной подготовки больных к ходьбе в реципрокном ортезе. Основная цель хирургического вмешательства — устранение контрактур в тазобедренных, коленных суставах и придание опорности стопам [3, 16, 19, 26, 46, 55]. Хирургическое вмешательство должно проводиться в раннем возрасте с акцентом на раннее ортезирование для обеспечения возможности передвижения. Используемые хирургические методики не отличаются от стандартных. При раннем хирургическом вмешательстве,

полной коррекции и адекватном ортезировании с программой ходьбы эти больные будут иметь лучший прогноз для ходьбы и меньшую вероятность развития поздних деформаций, которые могут препятствовать передвижению [47, 55].

Раньше большое внимание уделяли лечению вывиха бедра с помощью многократных хирургических операций. Несколько недавних клинических наблюдений показали, что вправление вывихов бедра не является необходимостью для обеспечения ходьбы в RGO [3, 28, 55]. Можно ортезировать детей и с односторонним вывихом бедра и укорочением конечности. В этом случае тазобедренные шарниры устанавливаются на уровне здорового тазобедренного сустава и компенсируют укорочение стелькой [25] или ортопедической обувью.

В ходе клинических исследований в Центре для детей-инвалидов Онтарио (Канада, 2001) разработана система обеспечения детей с менингомиелоцеле ортезом возвратно-поступательной ходьбы [40]. Сначала ребенка снабжают креслом на роликах. Позже, когда он адаптируется к положению сидя, обеспечивают вертикализатором (устройством, фиксирующим туловище пациента в вертикальном положении). Когда ребенок привыкнет к вертикальной позе, его обучают переносу веса тела с одной ноги на другую в параподиуме и только после этого назначают ортез возвратно-поступательной ходьбы.

После проведения адекватной подготовки к ходьбе обучение передвижению в RGO относительно простое. В отделении ортопедической хирургии Государственного университета штата Луизиана разработана комплексная программа подготовки к ходьбе в RGO, включающая упражнения на укрепление мышц верхних конечностей, нижних конечностей, туловища, развитие равновесия. Ежедневное обучение обязательно, особенно важны поддержка семьи и правильно подобранный комплекс упражнений. По мнению авторов, RGO обеспечивает функцию стояния и передвижения неврологических больных, предупреждая развитие деформации конечностей и ухудшение общего состояния [40].

В Украинском НИИ протезирования был разработан и прошел клинические испытания алгоритм реабилитации детей с неврологическими заболеваниями с использованием аппарата RGO, состоящий из трех этапов: подготовительного (физиотерапевтическое лечение), этапа занятий в параподиуме и этапа обучения ходьбе в реципрокном аппарате. В рекомендациях по его использованию отражены особенности реабилитационных

мероприятий и режима пользования аппаратом RGO для трех групп неврологических больных: при спастических, вялых парезах и врожденных нервно-мышечных заболеваниях [9, 11].

Большинство сообщений об использовании RGO в реабилитации больных с параплегией нижних конечностей посвящено восстановлению функции ходьбы после травмы позвоночника или миеломенингоцеле [3, 9, 12, 16, 20, 28–30, 35, 36, 38, 39, 49, 54, 56, 62, 64, 65].

M.W. Clark [20] отмечает способность больных с миеломенингоцеле достигать независимой ходьбы в RGO с незначительными энергозатратами в раннем детском возрасте (20–24 месяца).

По мнению Robert R. et al. [58], Campbell J. et al. [17], Clarc M.W. [20], при повреждении спинного мозга на грудном уровне больные не могут активно сгибать бедро, однако для ходьбы в RGO «запускают движение» активным разгибанием туловища и успешно пользуются реципрокным ортезом для передвижения.

При верхнепоясничном уровне повреждения (L1–II) пациенты являются идеальными «кандидатами» для использования RGO для передвижения, т.к. у них сильные сгибатели бедра, запускающие реципрокное движение. В результате — быстрая энергосберегающая возвратно-поступательная ходьба. Альтернативой является передвижение в ортезах на всю ногу с корсетом раскачивающейся из стороны в сторону походкой, при этом — большие энергозатраты при ходьбе и неустойчивое положение стоя [12].

Б. Титце с соавт. [12], Wise Young [67] доказали, что предварительная двухмесячная тренировка спинальных больных с применением ортезов, брусьев, костылей, на «беговой дорожке» с поддержкой веса тела снижает на 50 % энергозатраты при передвижении в RGO, значительно улучшает способность ходить, возрастают мотивация и самооценка [29].

Ряд авторов отмечают положительное влияние ходьбы в RGO на функцию внутренних органов. Thoumie P. et al. [64, 65] в результате динамического наблюдения 21 пациента с повреждением спинного мозга, проходивших реабилитационную программу в RGO — гибридном ортезе, отмечают улучшения в кардиоваскулярной сфере, в работе кишечника, однако не было изменений в спастике и в минеральной плотности костей. После двухмесячной тренировки ходьбы в реципрокном ортезе (дистанция 200–1400 м, скорость 0,15–0,45 м/сек) 15 пациентов использовали гибридный ортез для ходьбы, 11 передвигались в домашних условиях [61, 62].

Sun J.L. et al. [63] провели исследования функции мочевого пузыря и кишечника до и через 3 месяца после курса реабилитации в RGO. В результате — увеличение давления в кишечнике и объема мочевого пузыря, уменьшение остаточного объема мочи и бактериурии.

Терапевтический эффект от тренировочной ходьбы в RGO, даже если она не возвращает способность самостоятельной ходьбы, следующий: улучшение кровообращения, профилактика пролежней, улучшение функции дыхания, улучшение общего состояния, профилактика остеопороза, улучшение функции кишечника, профилактика тромбозов, растяжение спазмированных мышц нижних конечностей, тренировка равновесия, усиление мотивации к разного рода деятельности, в некоторых случаях — снижение спастичности [12, 42].

Хотя ортез для возвратно-поступательной ходьбы был сконструирован для больных с миеломенингоцеле, непрерывные эксперименты по применению ортезов в реабилитации больных с другими тяжелыми неврологическими заболеваниями, сопровождающимися дефицитом мышечной активности, координации движений и ортостатической неустойчивостью, — мышечной дистрофией, церебральным параличом, параплегией и даже с несовершенным остеогенезом — указывают на высокий потенциал его использования [20, 23, 24, 30, 33, 35, 36, 37, 38, 45, 49, 68].

K. Miller et al. [50] указывают на клинические требования к применению ортеза эквивалентной ходьбы для детей с церебральным параличом: ортезы должны быть назначены в раннем возрасте, до 5 лет, с применением принципа целевого обучения через модель движения, которая принудительно навязывается ортезом. При этом для достижения терапевтической пользы и увеличения самостоятельности при передвижении, принятых как основные цели лечения [50], существенно, чтобы имела место постоянная и регулярная ходьба в ортезе. Легкость передвижения — один из множества факторов, которые влияют на результаты лечения, и ее ключевым параметром является наружная жесткость ортеза эквивалентной ходьбы при минимальных массе и весе.

R.E. McCall et al. [47] в больнице для детей-инвалидов Shriner (Louisiana) Cheryl King Burley [19] в педиатрической клинике Miami проводили программу реабилитации неврологических больных в RGO, среди которых были дети с ДЦП, с доброкачественной миопатией, с несовершенным остеогенезом, со спинальной мышечной атрофией Верднига — Гофмана и со спинальной мышечной

атрофией Кукельберга-Веландера. Основным положением программы было раннее хирургическое вмешательство (устранение контрактур крупных суставов нижних конечностей) и раннее снабжение RGO с предварительной подготовкой в параподиуме в течение 6–9 месяцев. Авторы делают вывод, что RGO способствует стоянию и передвижению неврологических больных различного профиля, предупреждая развитие деформации и ухудшение общего состояния.

Из приведенных данных следует, что использование средств ортопедической техники при реабилитации тяжелого контингента неврологических больных с выраженным ограничением физических возможностей является перспективным направлением ортопедии в ближайшем и отдаленном будущем.

Литература

1. Клінічні рекомендації до стандартів діагностики, лікування та реабілітації новонароджених (недоношених, доношених) з ураженням нервової системи [Текст] / В.В. Бережний, С.С. Шунько, В.Ю. Мартинюк та ін. // Соціальна педіатрія і реабілітологія [зб. наук. праць]. — К.: Інтермед, 2007. — Вип. 1 (IV). — С. 27–34.
2. Роль физической реабилитации в восстановлении двигательных возможностей у детей с ДЦП [Текст] / Л.К. Воронянская, М.А. Борисов, С.В. Ковалева, Н.Ю. Трегуб // Соціальна педіатрія і реабілітологія [зб. наук. праць]. — К.: Інтермед, 2007. — Вип. 1 (IV). — С. 200–202.
3. Ненько А.М. Комплексное санаторно-курортное лечение наследственных нервно-мышечных заболеваний [Текст] / А.М. Ненько, М.В. Сиротюк: [метод. пособие для врачей]. — Евпатория, 2004. — 56 с.
4. Пат. 4946156, США, МПК А63В 23/04. Ортезы или протезы для координации движений нижних конечностей / Д. Харт. — № 211474; заявл. 24.06.88; опубл. 07.08.90.
5. Пат. 5320590, США, МПК F63В 23/04. Ортопедический механизм для колебательных реципрокных движений бедер / К. Поплавский — № 991281; заявл. 15.12.92; опубл. 14.06.94.
6. Пат. 494628, США, МПК А63В 23/04. Реципрокные аппараты бедер / К. Поплавский — № 375210; заявл. 30.06.89; опубл. 23.10.90.
7. Пат. 469708, США, МПК А61Н 1/36. Система, помогающая передвижению / Ларсон и др. — № 734945; заявл. 16.05.85; опубл. 06.10.87.
8. Пат. 82776, Україна, МПК А63В 23/04. Апарат для ходьби та стояння / В.В. Бублій та ін. — № а200610144; заявл. 22.09.06; опубл. 12.05.08.
9. Методики реабилитации детей с использованием реципрокного аппарата (RGO) при некоторых неврологических заболеваниях [Текст] / В.Г. Петров, И.Н. Чернышева, Е.В. Варешнюк и др. // Вестн. Всерос. гильдии протезистов-ортопедов. — 2008. — № 3 (33). — С. 53.
10. Резник Б.Л. Врожденные пороки развития у детей [Текст] / Б.Л. Резник, В.Н. Запорожан, И.П. Минков. — Одесса: АО «Бахва», 1994. — С. 1–10.
11. Салеева А.Д. Клинический опыт мобилизации пациентов с прогрессирующими нервно-мышечными заболеваниями [Текст] / А.Д. Салеева, В.Г. Петров, И.Н. Чернышева // Укр. вісн. психоневрології. — 2007. — № 1 (50). — С. 109.
12. Титце Б. Обучение ходьбе пациентов с симптоматикой

- спинального паралича — за и против в выборе ортезов [Текст] / Б. Титце, К. Шретер // Лечебная физкультура и массаж — 2006. — №1 (25). — С. 49–53.
13. Применение реципрокного ортеза в медицинской реабилитации детей с нервно-мышечными заболеваниями [Текст] / И.Н. Чернышева, С.Д. Шевченко, В.Г. Петров и др. // Ортопед. травматол. — 2009. — № 3. — С. 16–20.
 14. Шенк Н.А. Лечебное протезирование в ортопедии [Текст] / Н.А. Шенк. — М.: Медицина, 1975. — С. 112–113.
 15. Beckman J. The Lousiana State University Reciprocating Gait Orthosis [Text] / J. Beckman // Physiotherapy. — 1987. — N 73. — P. 386–392.
 16. Breed A. The mid lumbar myelomeningocele hip: mechanism of dislocation and treatment [Text] / A. Breed, P. Healy // Pediatr. Orthop. — 1998. — Vol. 12, N 1. — P. 15–24.
 17. Campbell J. Lower extremity orthoses for spinal cord injury [Text] / J. Campbell, J. Tyomas, Moore. — 1997. Atlas of Orthoses and Assistive Devices [Third edition]. — Mosby–YearBook. Inc. — Chapter 25. — P. 543–554.
 18. Cheril King Burley. Rehabilitation for the Reciprocating Gait Orthosis Candidate [Text] / Cheril King Burley // Newsletters and Journals, ISIB. — 1997. — Vol. 20, N 4. — P. 315–324.
 19. Cheril King Burley. Rehabilitation for the Reciprocating Gait Orthosis Candidate [Text] / Cheril King Burley // Newsletters and Journals, ISIB. — 1985. — Vol. 20, N 3. — P. 46.
 20. Clark M.W. Bracing in Myelomeningocele [Text] / M.W. Clark // Atlas of Orthoses and Assistive Devices [Third Edition]. — Mosby–YearBook. Inc., 1997. — Chapter 37. — P. 543–554.
 21. Davidson H.M. The Isocentric Reciprocating Gait Orthosis [Text] / H.M. Davidson // APO Newsletter. — 1993. — P. 12–15.
 22. Deitz V. Spinal cord lesion: effects of and perspectives for treatment [Text] / V. Deitz // Neural Plast. — 2001. — N 8 (1–2). — P. 83–90.
 23. Douglas R. The LSU reciprocating gait orthosis [Text] / R. Douglas, P.F. Larson, R.D. Ambrosia // Orthopedics. — 1983. — N 6. — P. 834–839.
 24. Douglas R. Orthotic Management of the Paraplegic Child. Reciprocating Gait Orthosis (a Pictorial Description and Application Manual) [Text] / R. Douglas // Fillauer. Inc. (USA). — 2001. — P. 6–8.
 25. Douglas R. Indications and contraindications for use of the Reciprocating Gait Orthosis (a Pictorial Description and Application manual) [Text] / R. Douglas // Fillauer. Inc. (USA). — 2001. — P. 9.
 26. The Paralytic Hip and Pelvis Obliquity in Cerebral Palsy and Myelomeningocele [Text] / D.F. Drummond, E.J. Rogale, R. Cruess, M. Moreau // AAOS, Inst. Course Lect. — 1979. — Vol. 28, XXV. — P. 7–34.
 27. Pat. 13100B Latvijas Republikas. Civeka Kustibu vadisanas reciprokalas pienemiens un reciprokala ortozu sistema visam kermenim / E. Dukendjiev. — № 13100B. 19.06.2002.
 28. Feiwell E. The effects of hip reduction on function in patients with myelomeningocele [Text] / E. Feiwell, D. Sakai, T. Blatt // JBJS. — 1978. — N 60A. — P. 167–173.
 29. Rehabilitation of walking for paraplegic patients by means of a treadmill [Text] / F. Felici, M. Bernardi, A. Radio et al. // Spinal Cord. — 1997. — Vol. 35, N 6. — P. 383–385.
 30. Functional ambulator in Myelodysplasia: The Effect of Orthotic Slection on Physiologic Performance [Text] / F. Flandry, S. Burke, J.M. Robert et al. // Pediatric Orthop. — 1986. — Vol. 6, N 6. — P. 661–665.
 31. Partial body weight support with treadmill locomotion to improve gait after incomplete spinal cord injury: a single-subject experimental design [Text] / M.B. Gardner, M.K. Holden, J.M. Leikaukas, R.L. Richard // Phys. Ther. — 1998. — N 78 (4). — P. 361–374.
 32. Gram M.C. The Parapodium. Woodridge IL [Text] / M.C. Gram // MM Therapeutics. — 1991.
 33. Energy expenditure during gait using the Walkabout and Isocentric Reciprocating Gait Orthosis in persons with paraplegia [Text] / L.A. Harvey, G.M. Davis, M.B. Smith, S. Engal // Arch. Phis. Med. Rehabil. — 1998. — N 79. — P. 945–949.
 34. Energy consumption in paraplegic ambulation using the reciprocating gait orthosis and electrical stimulation of the thigh muscles [Text] / S. Hirocawa, M. Grimm, M. Solomonow et al. // Archives of Phisical medicine and rehabilitation 09. — 1990. — N 71(9). — P. 687–694.
 35. The influence of the reciprocal cable linkage in the advanced Reciprocating Gait Orthosis on paraplegic gait performance [Text] / M.J. Ijerman, G. Baardman, H.J. Hermens et al. // Prosthet. Orthot. Int. — 1997. — N 21. — P. 52–61.
 36. Jefferson R.J. Performance of three walking orthoses for the paralysed: A case study using gait analysis [Text] / R.J. Jefferson, M.W. Whittle // Prosthet Orthot Int. — 1990. — № 14. — P. 103–110.
 37. Report on a conference on motor prostheses for workplace mobility of paraplegic patients in North America [Text] / G. Kantor, B.J. Andrevs, E.B. Marsolas et al. // Paraplegia. — 1993. — N 31. — P. 439–456.
 38. Comparative study of conventional hip-knee-ankle-foot orthoses versus reciprocating gait orthoses for children with high-level paraparesis [Text] / D.E. Katz, N. Haideri, K. Song, P. Wyrick // Pediatr. Orthop. — 1997. — N 17(3). — P. 377–386.
 39. The use of the Reciprocating Gait Orthosis in Myelomeningocele [Text] / J. Kenneth, Guidera, Ellen Raney et al. // Newsletters and Journals. APOC News. — 1995. — Vol. 1, N 3. — P. 6–8.
 40. Kit Shanks. RPT Physical Therapy and Training. Reciprocating Gait Orthosis (a pictorial Description and Application Manual) [Text] / Kit Shanks // Fillauer Inc. (USA) — 2001. — P. 44.
 41. Kralj A. Enhancement of gait restoration in spinal injured patients by functional electrical stimulation [Text] / A. Kralj, T. Bajd, R. Turc // Clin. Orthop. Rehab. Res. — 1988. — N 233. — P. 34–43.
 42. Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients [Text] / A. Kunkel, B. Kopp, G. Muller et al. // Arch. Phys. Med. Rehabil. — 1999. — N 80(6). — P. 624–628.
 43. Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients [Text] / L. Liepert, W.H. Miltner, H. Bauder et al. // Neurosci Lett. — 1998. — N 250(1). — P. 5–8.
 44. Lindseth R.E. Polypropylene Lower Extremity Braces for Paraplegia Due to Myelomeningocele [Text] / R.E. Lindseth, J. Glancy // JBJS. — 1974. — N 56A 3. — P. 556–563.
 45. Advanced Reciprocating Gait Orthosis (ARGO) in paraplegic patients [Text] / M.A. Lissens, L. Peeraer, D. Tirez, R. Lisens // Eur. J. Phys. Rehab. — 1993. — N 3. — P. 147.
 46. Lindseth R. Treatment of the Lower Extremity in Children Paralyzed by Myelomeningocele at Birth to 18 Months [Text] / R. Lindseth // AAOS, Inst. Course Lect. — 1976. — Vol. 25, XXV. — P. 76–81.
 47. McCall R.E. Surgical Treymnt in Patients with Myelodysplasia before Using the LSU Reciprocating–Gait System [Text] / R.E. McCall, R. Douglas, N. Rightor // Rthopedics. — 1983. — Vol. 6, N 7. — P. 843–848.
 48. Michael J.W. Lower Limb Orthoses [Text] / J.W. Michael // Atlas of Orthoses and Assistive Devices. — London: Mosby–Year Book, Year book. — 1997. — Chapter 37. — P. 209–224.
 49. Voight L.M. Musculoskeletal interventions: tehniques for therapeutic exercisr [Text] / L.M. Voight, B.J. Hoogenboom,

- W.E. Prentice // Library of Congress Cataloging in Publication Data. — 2007. — Chapter 3. — P. 424.
50. Evaluation of safety and rehabilitee in an infant reciprocal walking orthosis. Technical note [Text] / K. Miller, P.J. Woolam, N. Jones et al. // Procthetics and Orthotics international. — 2002. — Vol. 26, N 2. — P. 163–167.
 51. Motloch W. New Item for the Spina Bifida Programe [Text] / W. Motloch, M.A. Wallace // Interclinic Infor. — 1970. — Bull. 9. — N 10. — P. 10–13.
 52. Motloch W. The parapodium: an orthotic device for neuromuscular disorders [Text] / W. Motloch // Artif. Limbs. — 1971. — N 15. — P. 7–47.
 53. Orthotic compensation for non-functioning hip extensors [Text] / C. Ogilvie, N. Messenger, P. Bowker, D.L. Rowley // Ztitschrift fur Kinderchirurgie. — 1988. — Vol. 43. — P. 33–35.
 54. Phillips C.A. Electrical muscle stimulation in combination with a reciprocating gait orthosis for ambulation by paraplegics [Text] / C.A. Phillips // Biomed.Eng. — 1989. — N 11. — P. 338–344.
 55. Richard E. Surgical treatment in the reciprocating gait orthosis (f pictoral description and application manual) [Text] / E. Richard, M.D. McCall // Fillauer. Inc. (USA). — 2001. — P. 10–13.
 56. A comparison of Hip Guadanct with Reciprocating Gait Orthosis in children with spinal paraplegia: results of a ten-year prospective study [Text] / J.E. Robb, L. Gordon, D. Ferguson et al. // European Journal of Pediatric Surgery. — 1999. — N 9 (Suppl 1). — P. 15–8.
 57. The energy expenditure index: a method to quantitate and compare walking energy expenditure [Text] / J. Rose et al. // Pediatr. Orthop. — 1991. — N 11. — P. 571–578.
 58. Robert R. Reciprocat. Gait Orth. (RGO) [Электронный ресурс] / R.R. Madigan, K.D. Fillauer. Режим доступа: http://www.fillauer.com/education/ED_RGO.html.
 59. Scrutton D.R. A reciprocating brace with polyplanar hip hinges used on spina bifida children [Text] / D.R. Scrutton // Physiotherapy. — 1971. — N 57. — P. 61–66.
 60. The RGO generation: II. Muscle stimulation powered orthosis as a practical walking system for thoracic paraplegics [Text] / M. Solomonov et al. // Orthopedics. — 1989. — N 12. — P. 1309–1315.
 61. Beneficial effects of RGO,s on bladder and bowel function in paraplegia patients [Text] / J.L. Sun, S.Z. Zhong, Y.T. Ouyang et al. // Orthopedics. — 2008. — N 28(6). — P. 1019–1021.
 62. Walker Gait Analisis of Powered Gait Orthosis for Paraplegic [Text] / Sung Jae Kang, Jei Cheoug Ryu, Yu Hyuk Moon et al. // World Congress on Medical Phisics and Biomedical Engineering [Imaging the Future Medicine]. — 2006. COEX Seoul, Korea.
 63. Energy consumption in paraplegic ambulation using the reciprocating gait orthosis and electrical stimulation of the thigh muscles [Text] / J.L. Sun, S.Z. Zhong, Y.T. Ouyang, Q.L. Xian // Arch. Phys. Mtd. Rehabil. — 1990. — N 71. — P. 687–694.
 64. Restoration of functional gaitin paraplegic patient with the RGO — II hybrid orthosis.A multicentre controlled study I [Text] / P. Thoumie, B. Perrouin-Verbe, G. Le Claire et al. // Clinical exalution. Paraplegia. — 1995. — N 33(11). — P. 647–653.
 65. Restoration of functional gait in paraplegic patients with RGO — II hybrid orthosis. A multicenter controlled study II [Text] / P. Thomie, G. Le Claire, J. Beillot et al. // Physiologival evalution. Paraplegia. — 1995. — N 33(11). — P. 654–659.
 66. An operant approach to rehabilitation medicine: overcoming learned nonuse by shaping [Text] / E. Toub, L.E. Crago, L.D. Burgio et al. // Exp. Anal. Behav. — 1994. — N 61(2). — P. 281–293.
 67. Wise Young. Efficiency of intensive training treatment of impellent function / Young Wise, W.M.Keck [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://cci-rus.com/rehabilitation/effects.htm>.
 68. Woolridge C. Spina bifida orthosis program presented at the Workshop on brasing of children with paraplegia from spina bifida and Cerebral Palsi [Text] / C. Woolridge // National Academi of Science, University of Virginia, Charlottesville, VA. — 1969.