

6. Agrawal S., Agrawal J., Agrawal T.P. Good results of filtration surgery in glaucoma patients with advanced/end stage disease // XXV Congress of the ESCRS, 8-12 September 2007, Stockholm. – Book of Abstracts. – P. 3-4.

7. Atanasov A. Surgical treatment of the glaucomas indications and early results // World Glaucoma Congress, Singapore, July 18-21, 2007. – Abstracts book. – P. 205.

8. Bhachech B., Ghosh G. The safety and efficacy of microtrabeculectomy // World Glaucoma Congress, Singapore, July 18-21, 2007. – Abstracts book. – P. 201.

9. Eid M. Combined viscocanalostomy-trabeculectomy (visco-trab) for management of far-advanced glaucoma; evaluation of the early postoperative course // World Glaucoma

Congress, Singapore, July 18-21, 2007. – Abstracts book. – P. 202.

10. Fatulloeva F., Bessmertny A.M., Erichev V.P. A new modification of trabeculectomy // World Glaucoma Congress, Singapore, July 18-21, 2007. – Abstracts book. – P. 203.

11. Gulati V., Agarwal H.C., Sihota R. Monitoring glaucoma in the developing world // Asian J. Ophthalmol. – 2002. – V.4. – № 1. – P. 3-8.

12. Leszczynski R., Gierrek-Lapinski A., Myga W. et al. Non-penetrating very deep sclerectomy with hyaluronic acid implant vs. trabeculectomy – two years of follow-up // World Glaucoma Congress, Singapore, July 18-21, 2007. – Abstracts book. – P. 213.



УДК 616.8-009.1-085.851.8

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ VI ВСЕМИРНОГО КОНГРЕССА ПО НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ)

В. А. Голик, А. П. Пивнык

ГУ «Украинский государственный научно-исследовательский институт медико-социальных проблем инвалидности Министерства здравоохранения Украины», г. Днепропетровск

Резюме

Стаття надає дайджест сучасних напрямків нейрореабілітації за матеріалами VI Всесвітнього конгресу з нейрореабілітації (2010), розглянуті питання фундаментальної нейрореабілітації, клітинної терапії у нейрореабілітації, робототерапії, доказової реабілітації, окремих питань нейрореабілітації. Відзначені етапи інформаційної еволюції української нейрореабілітації.

Ключові слова: нейрореабілітація, всесвітній конгрес з нейрореабілітації.

Summary

The article presents digest of current directions in neurorehabilitation assording to materials of VI World Congress for Neurorehabilitation (2010). Both basis issues of neurorehabilitation, cell therapy in neurorehabilitation, robotics and virtual approaches, evidence based rehabilitation, clinical aspects of neurorehabilitation were covered. Stages of information evolution in Ukrainian neurorehabilitation were also proposed.

Keywords: neurorehabilitation, World Congress for Neurorehabilitation.

В марте 2010 в Вене (Австрия) прохо-

дил VI Всемирный конгресс по нейрореа-

билитации. Он традиционно был организован Всемирной Федерацией Нейрореабилитации (World Federation for Neurorehabilitation, WFNR) и собрал более 1600 делегатов из 71 страны мира. WFNR [1] является мультидисциплинарной организацией, открытой для любого специалиста, занимающегося нейрореабилитацией. Функционирует она, как форум для взаимодействия всех заинтересованных лиц, выпускает газету (WFNR Update), выходящую дважды в год. Также WFNR проводит всемирные конгрессы по неврологической реабилитации с частотой один раз каждые 2–3 года.

WFNR – объединяющая организация для национальных обществ нейрореабилитации (27) и индивидуумов (2500), работающих в странах, где таких обществ нет, также сформированы специализированные группы (21), занимающиеся исследованием частных вопросов нейрореабилитации от легкого травматического поражения головного мозга до телереабилитации.

Касаясь участия стран СНГ в Федерации и, непосредственно, Конгрессе, следует отметить, что существуют организации, хорошо интегрированные в мировую систему профессиональных объединений по нейрореабилитации: Российская Ассоциация нейрореабилитации (президент – проф. Е. Гусев), Сибирская Ассоциация нейрореабилитации (президент – проф. П. Пилипенко), Белорусское общество медико-социальной экспертизы и реабилитации (президент – проф. В. Смычек), Молдавское общество нейрореабилитации (президент – проф. О.Паскаль). К сожалению, в Украине отсутствуют аналогичные структуры, хотя редкая конференция неврологического профиля проходит без лекций или, как минимум, упоминаний, о «нейрореабилитации». Таким образом, заинтересованные украинские специалисты могут свободно стать членами Федерации исключительно в индивидуальном порядке [2].

Основные направления Конгресса касались: фундаментальных аспектов нейрореабилитации, клеточной терапии в нейрореабилитации, роботизированных и виртуальных технологий в нейрореабилитации,

доказательной нейрореабилитации, частных вопросов нейрореабилитации [3].

Фундаментальные аспекты нейрореабилитации

Со времени описания R. Cajal в 1914 г. основных принципов нейронального ответа на повреждение прошло много лет, и в 1980 А. J. Aguayo (Монреаль, Канада) на новом технологическом уровне были получены принципиальные данные о фактической возможности роста поврежденных аксонов в центральной нервной системе (ЦНС). В последующем было показано, что лимитирующие факторы регенерационных возможностей аксонов располагаются в экстрацеллюлярной среде [4]. Результаты экспериментальных исследований продемонстрировали, что процессы пластичности в ЦНС взрослого блокируются перинеурональными сетями вокруг тел и дендритов, содержащими ингибирующие хондроитинсульфаты протеогликанов и другие ингибирующие молекулы, влияющие на аксональную регенерацию и спрутинг (J. W. Fawcett, Центр восстановления мозга Университета Кембриджа, Великобритания). В настоящее время использование хондроитиназы, удаляющей глюкозами-ногликановые цепи, позволяет реактивировать пластичность (спрутинг и формирование новых анатомических межнейрональных связей). Но, несмотря на снятие блокирующего эффекта перинеурональных сетей, возможность образования новых анатомических связей не приводит к функциональному улучшению, если не используется физическая реабилитация (принцип динамического подкрепления), обеспечивающая оптимальное восстановление утраченных функций [5]. Доктор М. Filbin (Нью-Йорк, США) остановился на ингибиторных молекулах, содержащихся в миелиновых оболочках ЦНС (NogoA, MAG, OMgp) и звеньях внутринеуронального каскада сигнализации, ведущих от связывания с Nogo рецептором к блокированию аксонального роста [6]. Проводящиеся в настоящее время клинические исследования, имеют целью попытку нейтрализации этих молекул у пациентов со спинальными травмами. Одной из обнадёживающих стратегий в данном направ-

лении является изменение системы распознавания аксоном этих молекул, как ингибирующих. На сегодняшний день выявлены пути изменения аксональной системы опознавания ингибирующих молекул и предложены механизмы эффективного ферментативного влияния на генный аппарат.

Клеточная терапия в нейрореабилитации

Данное направление является динамически развивающимся экспериментальным направлением, в первую очередь, для лечения прогрессирующих нейродегенеративных заболеваний, приводящих к неизбежной инвалидизации (рассеянный склероз, болезнь Паркинсона (БП), болезнь Гентингтона (БГ), Альцгеймера) или патологий, вызывающих внезапное развитие грубого анатомического дефекта ЦНС (инсульт, травма спинного мозга, черепно-мозговая травма) и одновременно являющимся полем ожесточенных коммерческих столкновений. Модератор профильного пленарного заседания, В. Dobkin (Университет Калифорнии, Лос-Анджелес, США) [7], являющийся мировым авторитетом в этой области, сообщил, что наряду с отсутствием разрешения для использования клеточной терапии у человека вне рамок клинических исследований в мире, тем не менее, клеточная терапия (в виде внутривенных, интрацеребральных, спинальных) инъекций предлагается в клиниках нескольких стран: Китая, Таиланда, стран Карибского бассейна, Бразилии, Мексики, России, Болгарии, Украины и Индии, где пациенты посещают «медицинские спа-центры» в надежде излечиться за \$10–25000 за визит. В данных центрах отсутствует стандартизированное пре- и постманипуляционное тестирование, нет информации о побочных явлениях, при этом обещается лечение практически любых неврологических заболеваний. Подобную практику он назвал **«продажей надежды»** для уязвимых людей и их семей. Для разграничения тестирования инновационных клеточных медицинских вмешательств в рамках этических исследований и подобного рода полулегальной медицинской практики имеются специаль-

ные интернет-сайты (www.isscr.org и www.campaignfor-cure.org), где содержится необходимая исчерпывающая и постоянно обновляемая информация.

На пленарном и нескольких секционных заседаниях были представлены результаты экспериментальных исследований клеточной терапии при различных неврологических заболеваниях. Так, G. Nikkhah (отделение стереотактической и функциональной нейрохирургии Университетской клиники, Фрейбург, Германия) представил подобные данные при инсульте [8]. В отличие от исследований при БП и БГ (преклинические фазы, использование только первичных фетальных клеток) при инсульте исследуются клетки, полученные из различных источников (бессмертные линии невральных стволовых клеток человека, мезенхимальные/стромальные стволовые клетки, гемопоэтические стволовые клетки, эмбриональные стволовые клетки и др.). На животных моделях продемонстрирована функциональная эффективность клеток бессмертной линии NT2N и эти клетки допущены к фазам I и II клинических испытаний у человека. Основной проблемой при этом является возможный канцерогенез, спустя определенное время. В отличие от БП и БГ (прямое, центральное, стереотактическое введение клеток с прямым замещением нейронов или прямым выделением недостающих транмиттеров), при инсульте используется системное введение клеток, что обеспечивает не прямое воздействие путем активизации эндогенных нейротрофических влияний. Этот факт подтверждается эффективностью клеточной трансплантации (стволовые клетки пуповинной крови) в пределах 72 часов после инфаркта (по данным размеров зоны ишемии (МРТ) и постинсультного глиального рубца). При этом, меченные специальными лигандами клетки уже не обнаруживаются, спустя 30 дней после процедуры. По мнению исследователя, «...трансплантация и восстановление функций ЦНС дошли до рассмотрения в клинике. Однако основной вызов для дальнейшего развития клеточной терапии состоит в координации усилий исследователей для выработки стандартных протоко-

лов для проведения будущих преclinical-ских и клинических исследований...».

T. Brinker (нейрохирургическое отделение, Ганновер, Германия) представил результаты клинического исследования II/IIIa фазы по использованию хирургической внутримозговой трансплантации мезенхимальных стволовых клеток при геморрагическом инсульте у человека. Клетки предварительно обрабатывались для выработки ими глюкагон-подобного пептида 1, инкапсулировались в белковые носители и трансплантировались в зону геморрагии после хирургической эвакуации внутримозговой гематомы в проницаемом для воды резервуаре. Спустя 2 недели, резервуар с клетками эвакуировался из ложа гематомы. Среди 5 пациентов, принимавших участие в исследовании (возраст 49–81 год, гемисферная гематома), 4 восстановились с индексом Бартела спустя 3 месяца 85–100, также не было отмечено побочных явлений, связанных с исследуемой методикой [9]. В настоящее время продолжается дальнейшее рекрутирование нейрохирургических отделений для участия в данном исследовательском проекте.

W. Young (Университет Ратгерс, Нью-Джерси, США) представил совместный исследовательский проект США и Китая по клеточной терапии при травматическом поражении спинного мозга [10]. В настоящее время для спинальных расстройств используются следующие источники стволовых клеток: эмбриональные стволовые клетки, фетальные стволовые клетки, неонатальные стволовые клетки, стволовые клетки взрослого (нейрональные, мезенхимальные, костного мозга, слизистой носа, периферические CD34+, жировые и кожные стволовые клетки, энтеральная глия, тестикулярные клетки). Проведенные до настоящего времени экспериментальные исследования при данной патологии касались эмбриональных стволовых клеток (3 исследования, крысы), фетальных нейрональных стволовых клеток (2 исследования, крысы), стволовых клеток пуповинной крови (4 – крысы), глии олифакторной оболочки (5 – крысы), клеток костного мозга (3 – крысы), шванновских клеток (2 – крысы). При традиционном введе-

нии клеток в зону повреждения наблюдается выработка астроцитов (участие в воспалительной реакции) с формированием нефункционального глиального рубца, в то же время при обработке литием стволовые клетки дифференцируются преимущественно в нейроны. В зоне повреждения необходим рост микроглиальных клеток для её очистки, астроцитов для восстановления гематоэнцефал(миел)ического барьера и олигодендроглии для ремиелинизации аксонов. В рамках этих экспериментальных данных стартовали клинические исследования ChinaSCINet (Китай) и SCINetUSA (США) по оценке эффективности влияния лития на стволовые мононуклеарные клетки пуповинной крови при хроническом повреждении спинного мозга у человека с применением комбинированной терапии: с одной стороны, происходит механическое заполнение места травмы (имплантация в зону мертвого спинного мозга, окруженную глией и протеогликаном хондроитинсульфата), одновременно при обработке литием (за счет стимуляции выработки факторов роста) обеспечивается рост нейронов, и, наконец, обеспечивается блокирование ингибиторов роста аксонов (антитела к Nogo, цетрин, хондроитиназа).

Итальянский опыт использования клеточной терапии при рассеянном склерозе был представлен G.Martino (Институт экспериментальной неврологии, Милан, Италия) [11]. Исследования, проводившиеся с 1970-х, оценивали многие клетки, как потенциальные источники ремиелинизации, но последующие результаты показали, что эмбриональные стволовые клетки, в частности, опасны с точки зрения неконтролируемого инвазивного роста и развитием тератоканцером *in vivo*. Клетки миелинформирующей линии (предшественники олигодендроцитов, шванновские клетки, клетки обонятельной луковицы) показали крайне ограниченные характеристики роста и распространения (только в зоне трансплантации). На сегодняшний день соматические стволовые клетки взрослого могут быть рассмотрены в экспериментальных и клинических исследованиях, как потенциально безопасные и имеющие возможность репаративной функции.

Роботизированные и виртуальные технологии в нейрореабилитации

Активно развиваются роботизированные технологии тренировки функции ходьбы, верхних конечностей, вертикализации и поддержания равновесия. Реабилитация с помощью роботов – многообещающая технология, показавшая хорошие результаты при многих инвалидизирующих неврологических заболеваниях, особенно при инсульте. Также есть перспективы использования её при детском церебральном параличе, рассеянном склерозе, травмах спинного и головного мозга [12]. В то же время, основная проблема заключается в неуверенности по поводу соответствующего использования данных устройств и их потенциальных ограничений. На сегодняшний день при достаточно широком использовании их в практической нейрореабилитации не вполне ясно, как оптимизировать терапию для специальных потребностей индивидуальных пациентов и сделать максимальной степень долгосрочных улучшений [13]. К неоспоримым преимуществам робототерапии можно отнести: возможность последовательного предоставления лечения, четкого измерения исходов, экономию средств, обеспечение унифицированных реабилитационных интервенций, которые могут быть точно воспроизведены [14]. Для украинской психологии восприятия процесса нейрореабилитации и сопоставления со стоимостью оборудования для робототерапии на первый взгляд кажутся абсурдными слова «экономия средств», но, учитывая необходимость мультидисциплинарного подхода, количество специалистов, ежедневно принимающих участие в процессе реабилитации у одного пациента (например, с последствиями спинальной травмы и нижним глубоким парапарезом с перемещением в пространстве в коляске) при восстановлении у него функции ходьбы, а также длительность этого процесса (стационарная нейрореабилитация при подобной патологии может продолжаться несколько месяцев, до года) в разрезе заработной платы соответствующих специалистов «экономия» сразу становится очевидной.

Последние годы характеризовались

завершением ряда исследований, посвященных оценке эффективности использования робототерапии, как диагностического и терапевтического средства при постинсультной реабилитации [15, 16]. У пациентов с длительно существующим функциональным дефицитом верхней конечности после инсульта, терапия с использованием роботов достоверно улучшала исходы спустя 36 недель в сравнении с обычными видами лечения и интенсивной терапией. На Конгрессе были представлены данные по использованию 5 методик тренировки функции ходьбы на базе различных роботизированных комплексов.

Отдельным блоком были представлены возможности применения технологии виртуальной реальности в нейрореабилитации. Основой их применения является использование различных сенсорных систем мозга (зрительной, слуховой, вестибулярной) для формирования различных необходимых мозговых двигательных стереотипов в условиях фактического отсутствия или минимальной двигательной функции конечностей. Области использования данной технологии – одностороннее отрицание (neglect) [17], тренировка ходьбы в условиях виртуальной реальности с использованием робототерапии [18], реабилитация функции верхней конечности [19], восстановления нарушений пространственной ориентации и вестибулярных расстройств [20]. Интересным является итальянский опыт использования системы виртуальной телереабилитации для удаленных сельских и горных районов (М. Zapolini, больница Фолигно, Умбрия), в рамках которого соответствующие специалисты нейрореабилитации дистанционно оценивают качественные и количественные характеристики выполнения пациентом соответствующих реабилитационных интервенций с проведением соответствующих корректирующих действий.

Доказательная нейрореабилитация

Несмотря на относительно молодой возраст периода доказательности в нейрореабилитации (с середины 90-х годов прошлого века) накоплена достаточная доказательная база, сформированная на основе исследований с общепринятым дизайном.

Так, в рамках восстановления функции руки после инсульта эффективными показали себя методики: терапия вынужденными движениями, электромиографической биологической обратной связи, использование умственных упражнений с моторным представлением для восстановления сложных двигательных актов и робототерапия.

Для восстановления устойчивости положительно зарекомендовали себя: упражнения с повторениями, биологическая обратная связь, тренировки на движущейся платформе, в реабилитации функции ходьбы стандартизованы и рекомендованы к широкому клиническому применению, как эффективные: высокоинтенсивная физиотерапия (использование методик физической реабилитации), упражнения с повторениями.

Несколько иначе обстоят дела с реабилитацией речевых функций. Как известно, согласно Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья количественно оцениваются и подлежат реабилитации не только нарушения, но и ограничения коммуникации, психосоциальные последствия, влияние на качество жизни. Наряду с этим, проведение рандомизированных контролируемых исследований и метаанализов в этой ситуации представляется затруднительным ввиду: вариативности типа и качества улучшений, времени лечения, типа и дозировки терапии, используемых технологий, и, наконец, опыта логотерапевта. Аналогично, ограничения при разработке соответствующих реабилитационных протоколов обусловлены необходимостью идентификации узкой цели реабилитации, выбора реабилитационной интервенции и объективной оценки изменений.

Частные вопросы нейрореабилитации

В отличие от традиционных неврологических конгрессов, как европейских, так и всемирных, VI Всемирный Конгресс по нейрореабилитации имел одну особенность. Поскольку сам процесс нейрореабилитации (в том формате, который фактически обеспечивает специфическое восстановление нарушенных мозговых функций и используется в мире) не предполагает

использование медикаментозной терапии, последняя может быть использована исключительно в симптоматических целях, а именно для системной или фокальной коррекции спастичности и лечения боли и обязательно на фоне проводимых интервенций физической реабилитации.

При лечении спастичности, особенно на подострой и хронической стадиях, должны учитываться все факторы (собственно мышечная слабость ввиду пареза, сокращения мягких тканей и мышечная гиперреактивность, связанная с растяжением). Традиционные исследования препаратов системного действия покрывают лишь треть этих явлений (гиперреактивность). Более того, не все 3 механизма нарушения симметрично распределяются между агонистами и антагонистами, что приводит к развитию скручивающего дисбаланса и деформаций сегментов конечностей. Ввиду этого французскими исследователями была предложена дифференцированная методика с использованием интенсивной моторной тренировки (быстрых альтернирующих движений и упражнений, связанных с двигательной задачей) для менее активных мышц с целью разрывания патологического цикла «парез – неиспользование – парез» и, в то же время, совместное использование агрессивного растяжения более гиперактивных и сокращенных антагонистов (в сочетании с введением ботулотоксина) с целью разрывания цикла «гиперактивность – контрактура – гиперактивность».

Интересной представляется методика функциональной электромиографически опосредованной электростимуляции, предложенная J. Burridge (Университет Саутэмптона, Великобритания), которая заключается в регистрации резидуальной мышечной активности паретичных мышц (пациенту предлагается напрягать обездвиженные мышцы, воображаемый двигательный паттерн (мысль о движении) увеличивает электрическую активность пораженной мускулатуры), при регистрации надпорогового уровня электрической активности подключается внешняя электростимуляция, что вызывает функциональное мышечное сокращение. При отсут-

ствии достижения надпорогового уровня мышечной электрической активности для проведения функционально опосредованной миостимуляции может быть использован зеркальный двигательный электрический паттерн контралатеральной (здоровой) стороны.

Помимо этого, для лечения периферических парезов ввиду анатомического перерыва периферических нервных стволов используются имплантируемые портативные системы перманентной электростимуляции, обеспечивающие перенос электрического импульса через зону анатомического дефекта на дистальный отрезок периферического нерва с целью профилактики развития мышечных атрофий и обеспечения функции дистального отдела конечности.

Таков далеко не полный перечень аспектов нейрореабилитации, рассматривавшийся на столь представительном глобальном неврологическом форуме. К сожалению, украинские участники были представлены только авторами этой статьи. Безусловно, процесс осознания сущности и реальных принципов функционирования нейрореабилитации в среде украинских неврологов продолжается. Этому способствовала проведенная в 2009 г. серия мастер-классов по спастичности (а фактически первый за последние пару десятков лет тренинг по основным принципам нейрореабилитации) профессора Udo Kischka (Oxford Centre for Enablement, University of Oxford, Великобритания – один из всемирных методологических центров по данному направлению); участие во II Национальном конгрессе «Инсульт и сосудисто-мозговые заболевания» (2010) коллектива российских специалистов по нейрореабилитации (Федеральное государственное учреждение «Лечебно-реабилитационный центр» Росздрава; Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова, Москва; Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург), представивших собственные данные по новейшим технологиям нейрореабилитации, сателлитные симпозиумы Open Medical Institute по физической реабилитации и логотера-

пии с участием профессоров физической реабилитации из Австрии, в Украине создана и активно развивается Украинская ассоциация специалистов физической реабилитации (<http://www.physrehab.org.ua>), начали проводиться регулярные тренинги по физической реабилитации и эрготерапии.

Мы надеемся, что, несмотря на законодательные, организационные, финансовые, методологические трудности качественно организованная, мультидисциплинарная нейрореабилитация в Украине будет помогать нашим пациентам быстро и эффективно восстанавливать или компенсировать утраченные вследствие неврологических заболеваний функции и улучшать их качество жизни.

Литература

1. World Federation for Neurorehabilitation (<http://wfnr.co.uk>).
2. World Federation for Neurorehabilitation (<https://www.wfnr.co.uk/docs/join.html>).
3. 6th World Congress for Neurorehabilitation 2010 (Vienna, Austria, March 21-25, 2010), Book of Abstracts. Eds. V. Hoemberg, H. Binder.: 2010. – 172 p.
4. Aguayo A. J. Axonal regeneration in the central nervous system – A retrospective. In.: 6th World Congress for Neurorehabilitation 2010, Book of Abstracts. Eds. V. Hoemberg, H. Binder.: 2010. – P.
5. Hyatt A. J. Controlled release of chondroitinase ABC from fibrin gel reduces the level of inhibitory glycosaminoglycan chains in lesioned spinal cord / A.J. Hyatt, D.Wang, J. C. Kwok, J.W.Fawcett et al. // J. Control. Release. – 2010. – Vol. 147 (1). – P. 24–29.
6. Kadoya K. Combined intrinsic and extrinsic neuronal mechanisms facilitate bridging axonal regeneration one year after spinal cord injury / K. Kadoya, S. Tsukada, M. T. Filbin, P. Lu et al. // Neuron. – 2009. – Vol. 64(2). – P. 165–172.
7. Dobkin B.H. What matters in cellular transplantation for spinal cord injury: the cells, the rehabilitation, or the best mix? // Neurorehabil. Neural. Repair. – 2010 – Vol. 24(1). – P. 7–9.
8. Nikkhah G. Microtransplantation of dopaminergic cell suspensions: further characterization and optimization of grafting pa-

rameters / G. Nikkhah, C. Rosenthal, G. Falkenstein, A. Roedter et al. // *Cell Transplant.* – 2009. – Vol. 18(2). – P. 119–133.

9. Brinker T. Intracerebral stem cell and growth factor reservoir in stroke In.: 6th World Congress for Neurorehabilitation 2010, Book of Abstracts. Eds. V. Hoemberg, H. Binder.: 2010. – P. 6.

10. Young W. Cell therapy in Spinal Cord Injury In.: 6th World Congress for Neurorehabilitation 2010, Book of Abstracts. Eds. V. Hoemberg, H. Binder.: 2010. – P. 4.

11. Martino G. Stem cell transplantation in multiple sclerosis: current status and future prospects / G. Martino, R.J. Franklin, A.B. Van Evercooren, D.A. Kerr; Stem Cells in Multiple Sclerosis (STEMS) Consensus Group. // *Nat. Rev. Neurol.* – 2010 Vol. 6(5). – P. 247–255.

12. Mayr A. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis / A. Mayr, M. Kofler, E. Quirbach, H. Matzak et al. // *Neurorehabil. Neural Repair.* – 2007. – Vol. 21(4). – P. 307–314.

13. Krebs H.I. Robot-assisted task-specific training in cerebral palsy / H.I. Krebs, B. Ladenheim, C. Hippolyte, L. Monterroso et al. // *Dev. Med. Child. Neurol.* – 2009. – Suppl 4. – P. 140–145.

14. Seo N.J. Delays in grip initiation and termination in persons with stroke: effects of arm support and active muscle stretch exercise / N. J. Seo, W. Z. Rymer, D. G. Kamper //

J. Neurophysiol. – 2009. – Vol. 101 (6). – P. 3108–3115.

15. Volpe B.T. Robotic Devices as Therapeutic and Diagnostic Tools for Stroke Recovery / B.T. Volpe, P.T. Huerta, J.L. Zipse // *Arch. Neurol.* – 2009. – Vol. 66 (9). – P. 1086–1090.

16. Lo A.C. Robot-Assisted Therapy for Long-Term Upper-Limb Impairment after Stroke / A.C. Lo, P.D. Guarino, L.G. Richards // *N. Engl. J. Med.* – 2010 – Vol. 362(19). – P. 1772–1783.

17. Chun M.H. The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients / M. H. Chun, Y. M. Kim // In.: 6th World Congress for Neurorehabilitation 2010, Book of Abstracts. Eds. V. Hoemberg, H. Binder.: 2010. – P. 149–150.

18. Husemann B. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study / B. Husemann, F. Müller, C. Krewer, S. Heller et al. // *Stroke.* – 2007. – Vol. 38(2). – P. 349–354.

19. Crosbie J.H. Virtual reality in the rehabilitation of the upper limb after stroke: the user's perspective / J.H. Crosbie, S. Lennon, M. D. McNeill, S. M. McDonough // *Cyberpsychol. Behav.* – 2006. – Vol. 9(2). – P. 137–141.

20. Ward B.K. Physical performance and a test of gaze stabilization in older adults. / B. K. Ward, M.T. Mohammed, J. S. Brach, S. A. Studenski et al. // *Otol. Neurotol.* – 2010. – Vol. 31(1). – P. 168–172.

