

Комплементарные методы лечения детского церебрального паралича

Л.А. Пак, О.Ю. Браун, А.П. Фисенко, А.М. Орбу, К.В. Чибисова, Л.А. Романова, Н.В. Вехова
ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УД президента РФ, Москва

Complementary methods of cerebral palsy treatment. Review

L.A. Pak, O.Yu. Brown, A.P. Fisenko, A.M. Orbu, K.V. Chibisova, L.A. Romanova, N.V. Vekhova
CCH with Outpatient Health Center, Moscow, Russia

Аннотация

В обзоре литературы рассматриваются такие методы комплементарного лечения детского церебрального паралича (ДЦП), представленные в отечественной и зарубежной литературе, как модифицированная терапия движением, индуцированным ограничением (МСИМТ), терапия стволовыми клетками, система биологически обратной связи, а также некоторые другие комплементарные/паллиативные подходы к коррекции клинических проявлений различных форм ДЦП. Описанные методы практикуются в лечении детского церебрального паралича у детей и подростков в различных странах мира.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, лечение, альтернативная терапия, комплементарная терапия, дети.

Abstract

The literature review deals with such cerebral palsy complementary treatment methods, presented in the domestic and foreign literature, as modified therapy with movement, induced restriction (MCIMT), stem cell therapy, biofeedback system, as well as some other complementary/palliative approaches to the correction of clinical manifestations of various forms of cerebral palsy. The described methods are practiced in the treatment of cerebral palsy in children and adolescents in various countries of the world.

Key words: cerebral palsy, treatment, alternative therapy, complementary treatment, infants.

Детский церебральный паралич (ДЦП) - заболевание центральной нервной системы (ЦНС), занимающее 1-е место в структуре детской неврологической инвалидности. Традиционные методы фармакологического и нефармакологического лечения ДЦП сравнительно малочисленны и общеизвестны. В то же время приходится констатировать, что существует множество мультидисциплинарных подходов к комплементарному лечению ДЦП у пациентов различного возраста. Некоторые из них нашли общемировое признание, другие, наоборот, имеют лишь «местное хождение».

Модифицированная терапия движением, индуцированным ограничением. Метод, разработанный Е. Тауб (США), «*modified constraint-induced movement therapy*» (МСИМТ) применительно к проблематике ДЦП фигурирует в международной литературе с середины 2000-х годов. Его применению в комплексе лечебных мероприятий при гемиплегической форме ДЦП посвящено множество работ, опубликованных А.М. Gordon и соавт. (2005), А.С. Eliasson и соавт. (2005), С.Е. Naylor и Е. Bower (2005), J.R. Charles и соавт. (2006), Т.Л. Sutcliffe и соавт. (2007), В.Д. Hoare и соавт. (2007, 2010, 2013), S.M. Core и соавт. (2008), М. Wallen и соавт. (2008), N. Smania и соавт. (2009), Е.С. Park и соавт. (2009), Р. Coker и соавт. (2010), Р.В. Aarts и соавт.

(2010, 2011, 2012), А. Choudhary и соавт. (2012), Н.Р. Rostami и R.A. Malamiri R.A. (2012), W. Deppe и соавт. (2013), Y. Geerdink и соавт. (2013) [1-21].

МСИМТ — одна из форм реабилитационной терапии, улучшающая функции верхней конечности и позволяющая в большем объеме использовать пораженную руку. При МСИМТ основное значение придается сочетанию нагрузки/ограничения на здоровой конечности с интенсивным использованием пораженной. Тип нагрузки (гандикапа) на здоровую конечность определяется преимущественно интенсивностью проводимой терапии. Некоторые гандикапы препятствуют использованию пациентом кисти и запястья, позволяя пользоваться здоровой конечностью для защиты, например, вытягивая ее при потере баланса или падении, но в таких случаях снижается интенсивность воздействия метода. Использование пораженной конечности получило название «шейпинг» (*shaping*) [6].

Обычно предусмотрено использование пораженной руки в повседневной активности в течение 90% от времени бодрствования пациента. Существуют также рекомендации по задействованию проблемной конечности при выполнении структурированных заданий в течение 6 ч в сутки на протяжении 10 дней (за 14-дневный период),

что дополняется ношением ограничивающей рукавицы или слинга на здоровой руке на протяжении 90% от времени бодрствования [8].

Ограничение работающей половины тела у детей с гемиплегией и принуждение их к использованию парализованной конечности приводит к появлению реверсии феномена «*learned non-use*» («привычное неиспользование»), являющегося негативным фактором обратной связи. Морфофизиологическое обоснование проявления указанного феномена принято объяснять расширением представительства паретичной конечности в моторной коре, обусловленным нейропластичностью мозга. Сам Е. Тауб (разработчик метода МСИТ) склонен объяснять лечебный эффект интенсивных тренировок пораженной конечности реорганизацией коры головного мозга (у пациентов происходит кортикальная реорганизация нейропластичности) [5].

С помощью метода транскраниальной магнитной стимуляции S.C. DeLuca и соавт. (2006) продемонстрировали, что объем возбудимой коры в пораженной зоне у пациентов с гемиплегической формой ДЦП увеличивался в 2 раза после 12 дней терапии движением, индуцированным ограничением [22].

В. Ноаге и соавт. (2007) опубликовали систематический обзор, посвященный применению описываемого метода в лечении детей с гемиплегической формой церебрального паралича [6, 7]. В других публикациях В. Ноаге и соавт. (2010, 2013) представлены данные об особенностях модифицированной терапии движением, индуцированным ограничением, а также интенсивной терапии после инъекционного введения в верхнюю конечность ботулинического токсина типа А детям с гемиплегической формой ДЦП [8, 9].

Y.J. Hsin и соавт. (2012), основываясь на результатах рандомизированного контролируемого исследования, сообщают не только об эффективности и позитивном влиянии терапии движением, индуцированным ограничением, на функциональные способности пациентов с ДЦП, но и о положительных изменениях в качестве жизни этих детей [23].

Совсем недавно S.C. DeLuca и соавт. (2017) представили результаты проспективного исследования, выполненного с участием когорты из 88 детей различного возраста (от 18 мес до 12 лет) с церебральными параличами, получавших высокоинтенсивный вариант СИМТ (*ACQUIREc*) — 120 ч за 4 нед [24]. Тестирование до и после курса лечения с использованием СИМТ позволило выявить достоверные различия (положительные изменения) в состоянии детей — по педиатрической шкале двигательной активности (*Pediatric*

Motor Activity Log) $p < 0,0001$, стандартизованное обследование с использованием так называемой «помогающей руки» (*The Assisting Hand Assessment*) обнаружило $p = 0,04$ [24].

Терапия стволовыми клетками. Метод лечения ДЦП посредством трансплантации стволовых клеток оценивается как весьма неоднозначный. Этой проблеме на протяжении последнего десятилетия было посвящено большое количество публикаций исследователей из разных стран: J. Bartley и J.E. Carroll (2003), V.I. Seledtsov и соавт. (2005), S.A. Goldman и соавт. (2008), T. Mehta и соавт. (2008), D.T. Harris (2008, 2009), A. Ul Hassan и соавт. (2009), B. Patoine (2009), S.D. Mankikar (2010), E. Bell и соавт. (2011), J.E. Carroll и R.W. Mays (2011), L. Bennet и соавт. (2012), M. Li и соавт. (2012), C. Purandare и соавт. (2012), Z. Luan и соавт. (2012), G. Chen и соавт. (2013), A. Jensen и E. Hamelmann (2013), K. Min и соавт. (2013), L. Wang и соавт. (2013), C.A. Ruff и соавт. (2013) и др. [25-46].

Как известно, существует целый ряд потенциальных источников клеток, которые предположительно могут применяться в лечении ДЦП; среди них следует перечислить следующие: мезенхимальные стволовые клетки, CD34⁺-клеточная популяция, клетки пуповинной крови, мультипотентные клетки-предшественники взрослых, индуцированные плюрипотентные стволовые клетки, клетки-предшественники олигодендроцитов, эмбриональные стволовые клетки, а также фетальные стволовые клетки [30-32].

Как указывают J.E. Carrol и R.W. Mays (2011), в настоящее время результаты клинических исследований, посвященных применению стволовых клеток при ДЦП, следует считать предварительными и неокончательными [37]. Использование стволовых клеток сопряжено с определенным риском и существенными нежелательными явлениями. L. Bennet и соавт. (2012), а также C.A. Ruff и соавт. (2013) предостерегают в отношении преждевременности применения в лечении ДЦП стволовых клеток различного происхождения и линий [38, 46].

Более оптимистично настроены китайские исследователи. Z. Luan и соавт. (2012) прибегли к введению клеток-предшественников нервной ткани, полученных из абортированных плодов, в один из боковых желудочков головного мозга 45 детей с тяжелыми формами ДЦП [41]. Авторы отмечали улучшение в моторном развитии пациентов на протяжении 1 мес после проведенной клеточной трансплантации, но впоследствии выраженность терапевтического эффекта постепенно снижалась. Тем не менее по прошествии 1 года уровень развития детей, получивших трансплан-

тацию, превышал таковой в контрольной группе по всем анализируемым показателям (тонкая и грубая моторика, когнитивные функции) [41].

Сходные результаты получили G. Chen и соавт. (2013), прибегнув к трансплантации в субарахноидальное пространство аутологичных костномозговых стволовых клеток, подобных нервным клеткам ($1-2 \times 10^7$), в лечении ДЦП средней и тяжелой выраженности у 30 пациентов (одновременно проводилась реабилитационная терапия) [42]. Описываемое лечение проводилось в ходе открытого, нерандомизированного, слепого исследования с 6-месячным катамнезом. Дети контрольной группы (30 пациентов с ДЦП) получали только реабилитационную терапию. Исследователи из Китая заключают, что описываемый метод является безопасным и эффективным в лечении двигательных нарушений, ассоциированных с ДЦП [42].

L. Wang и соавт. (2013), успешно применившие трансплантацию мезенхимальных стволовых клеток пуповинной крови (внутривенное и интракраниальное введение) в лечении 5-летней девочки с ДЦП, добились при этом улучшения со стороны моторных функций, укрепления иммунитета, повышения мышечной силы, а также коррекции речевых и когнитивных функций [45].

A. Jensen и E. Hamelmann (2013) описали первый положительный опыт применения аутологичных клеток при ДЦП, вызванном гипоксическим ишемическим повреждением мозга после остановки сердца с последующим возникновением персистирующего вегетативного статуса (возраст пациента 2,5 года) [43]. Лечение, проведенное через 9 нед в сочетании с активной реабилитацией пациента (физио- и эрготерапией), позволило через 2 мес добиться улучшения контроля моторных функций, значительного снижения спастического пареза, восстановления зрения и улучшения ЭЭГ-показателей. Ребенок улыбался при игре, мог сидеть и произносить простые слова. К возрасту 40 мес мальчик самостоятельно принимал пищу, ходил (со специальным приспособлением), ползал и перемещался из положения лежа в положение сидя; улучшилась импрессивная и экспрессивная речь (предложения из 4 слов, около 200 слов). По мнению немецких авторов, столь значительная функциональная регенерация была достигнута у описываемого пациента вследствие внутривенного введения аутологичной пуповинной крови (91,7 мл, мононуклеарных клеток $5,75 \times 10^8$), сохраненной посредством криоконсервации при рождении [43].

K. Min и соавт. (2013) представили результаты двойного слепого, рандомизированного, плацебо-контролируемого исследования, в ходе которого

в лечении детей с церебральным параличом использовались клетки пуповинной крови, потенцированные рекомбинантным человеческим эритропоэтином [44]. Корейские исследователи полагают, что эритропоэтин усиливает эффекты клеток пуповинной крови (вследствие наличия нейротрофических свойств). Под их наблюдением находились 3 группы детей с ДЦП (лечение клетками пуповинной крови, потенцированными эритропоэтином – 31 ребенок; лечение эритропоэтином и плацебо – 33 пациента; контрольная группа – 32 ребенка). Изменения в состоянии пациентов оценивались на протяжении 6-месячного периода наблюдения (шкала Bayley младенческого развития-II, GMFM, GMFM и др.); одновременно применялись методы позитронно-эмиссионной (ПЭТ) и диффузионно-тензорной томографии (ДТТ). По прошествии 6 мес у пациентов, получавших лечение клетками пуповинной крови, отмечалось статистически достоверное преобладание в балльной оценке по шкалам GMFM и Bayley (по сравнению с группами 2 и контрольной). В группе 1 ДТТ позволила выявить значимые корреляции между показателями GMFM и изменениями во фракционной анизотропии, а данные ПЭТ продемонстрировали различия в паттернах активации/деактивации между тремя группами наблюдения. Авторы пришли к выводу, что лечение с использованием клеток пуповинной крови сопровождается у детей с церебральным параличом улучшением моторных и когнитивных функций, чему сопутствуют структурные и метаболические изменения положительной направленности в головном мозге [44].

Терапия ДЦП с использованием трансплантации стволовых клеток во многом остается лечебной стратегией будущего, требующей проведения углубленных исследований (экспериментальных и клинических). В работе В. Patoine (2009) продемонстрировано, насколько неадекватно и преждевременно средства массовой информации иногда могут представить немедицинской общественности новые методы лечения той или иной патологии (на примере терапии ДЦП стволовыми клетками) [33, 34]. Аналогичного мнения придерживаются E. Bell и соавт. (2011) [36]. Малообоснованный оптимизм в отношении использования стволовых клеток в лечении ДЦП выражается с оттенком сенсационности и в отечественной немедицинской печати, в частности, в одном из выпусков газеты «Московский комсомолец» (июль 2013 г.) [47].

Другие альтернативные и паллиативные методы лечения ДЦП. Среди многочисленных видов альтернативной терапии церебрального паралича у детей фигурирует немало разновидностей нефар-

макологического лечения, некоторые из которых упоминаются нами ниже.

R. Bloom и соавт. (2010) предлагают применять при ДЦП систему биологически обратной связи (БОС), основанную на продолжительной ежедневной регистрации истинной электрической активности мышц (электромиограмма) и нацеленную на улучшение функций верхних конечностей [48]. Эти исследователи из США высказали предположение, что указанная разновидность БОС может улучшить использование пациентами с ДЦП верхних конечностей и нивелировать сопутствующий моторный дефицит. Был сконструирован специальный портативный прибор, состоящий из поверхностного ЭМГ-сенсора, усилителя, процессора нелинейных сигналов на основе микроконтроллера и рефлектора обратной связи мышечной активности. Под наблюдением специалистов группа пациентов (11 детей в возрасте от 6 до 16 лет) носила указанное устройство не менее 5 ч в сутки в течение 1 мес. Функциональные изменения в верхних конечностях оценивались с помощью индивидуализированной «шкалы достижения цели» (*Goal Attainment Scale*); у всех 10 детей, завершивших исследование, R. Bloom и соавт. (2010) отметили достоверное клиническое улучшение [48].

Внимание Н.У. Cheng и соавт. (2013) привлекла возможность воздействовать на функции и мышечный тонус нижних конечностей детей со спастическими формами церебрального паралича [49]. Исследователи из Тайваня прибегли к комплексу аппаратного воздействия на нижние конечности пациентов (с помощью повторяющихся пассивных движений в коленном суставе), рассчитанному на 8-недельный курс (3 процедуры в неделю). Комплекс повторных пассивных движений в коленном суставе производился со скоростью 15°/с в течение 20 мин. Описываемое лечение получили 18 детей (возраст $9,5 \pm 2,1$ года) со спастическими формами церебрального паралича, у которых оценивались диапазон движения в конечности, мышечный тонус, а также амбулаторная функция (до начала лечения, через 1 и 3 дня после каждой процедуры). Анализ результатов проведенного лечения позволил обнаружить у пациентов статистически значимые различия по уровню активного движения в коленных суставах (повышение), индексу релаксации (повышение), показателям модифицированной шкалы *Ashworth* (снижение), фиксированного времени подъема и начала ходьбы (снижение), теста 6-минутной ходьбы (повышение); при этом не обнаруживались различия в диапазоне пассивных движений. Используемый Н.У. Cheng и соавт. (2013) метод

повторных пассивных движений сопровождался снижением у пациентов с ДЦП выраженности спастического гипертонуса в нижних конечностях, а также улучшением амбулаторных функций (в частности, скорости ходьбы) [49].

L.A. Prosser и соавт. (2012) в качестве альтернативы стандартному применению голеностопных ортезов в коррекции провисания стопы при ДЦП предложили использовать метод функциональной электростимуляции (FES) — для стимуляции тыльного сгибания голени (*foot drop stimulator*) [50]. С этой целью была обследована группа пациентов с ДЦП (средний возраст 13 лет 2 мес, уровни I и II по системе GMFC), в лечении которых применялось новое, коммерчески доступное FES-устройство. Для оценки эффективности терапии проводился анализ походки в 2 скоростных режимах ходьбы у пациентов, получавших и не получавших функциональную электростимуляцию, в течение 4 мес (анализировались показатели кинематики голени и пространственно-временные переменные). Полностью курс проводимой терапии (средняя продолжительность функциональной электростимуляции 5,6 ч/сут) завершили 19 пациентов из 21, из них лишь 1 ребенок отказался от ее продолжения по окончании исследования. Американские исследователи констатируют, что при умеренных нарушениях походки вследствие ДЦП применение устройства для функциональной стимуляции обладало достаточной эффективностью (при контакте стоп с поверхностью пола отмечено улучшение тыльного сгибания голени в swing-фазе; частичное сохранение — среднее и пиковое и др.) [50].

Литература

1. Gordon A.M., Charles J., Wolf S.L. *Methods of constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: development of a child-friendly intervention for improving upper-extremity function. Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2005; 86(4): 837-844.
2. Eliasson A.C., Krumlinde-Sundholm L., Shaw K., Wang C. *Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: an adapted model. Dev. Med. Child. Neurol.* 2005; 47(4): 266-275.
3. Naylor C.E., Bower E. *Modified constraint-induced movement therapy for young children with hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. Dev. Med. Child. Neurol.* 2005; 47(6): 365-369.
4. Charles J.R., Wolf S.L., Schneider J.A., Gordon A.M. *Efficacy of a child-friendly form of constraint-induced movement therapy in hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. Dev. Med. Child. Neurol.* 2006; 48(8): 635-642.
5. Sutcliffe T.L., Gaetz W.C., Logan W.J. et al. *Cortical reorganization after modified constraint-induced movement*

therapy in pediatric hemiplegic cerebral palsy. *J. Child. Neurol.* 2007; 22(11): 1281–1287.

6. Hoare B., Imms C., Carey L., Wasiak J. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy: a Cochrane systematic review. *Clin. Rehabil.* 2007; 21(8): 675–685.

7. Hoare B.J., Wasiak J., Imms C., Carey L. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2007; (2): CD004149.

8. Hoare B.J., Imms C., Rawicki H.B., Carey L. Modified constraint-induced movement therapy or bimanual occupational therapy following injection of botulinum toxin-A to improve bimanual performance in young children with hemiplegic cerebral palsy: a randomised controlled trial methods paper. *BMC Neurol.* 2010; 10: 58.

9. Hoare B., Imms C., Villanueva E. et al. Intensive therapy following upper limb botulinum toxin A injection in young children with unilateral cerebral palsy: a randomized trial. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2013; 55(3): 238–247.

10. Cope S.M., Forst H.C., Bibis D., Liu X.C. Modified constraint-induced movement therapy for a 12-month-old child with hemiplegia: a case report. *Am. J. Occup. Ther.* 2008; 62(4): 430–437.

11. Wallen M., Ziviani J., Herbert R. et al. Modified constraint-induced therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: a feasibility study. *Dev. Neurorehabil.* 2008; 11(2): 124–133.

12. Smania N., Aglioti S.M., Cosentino A. et al. A modified constraint-induced movement therapy (CIT) program improves paretic arm use and function in children with cerebral palsy. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2009; 45(4): 493–500.

13. Park E.S., Rha D.W., Lee J.D. et al. The short-term effects of combined modified constraint-induced movement therapy and botulinum toxin injection for children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Neuropediatrics.* 2009; 40(6): 269–274.

14. Coker P., Karakostas T., Dodds C., Hsiang S. Gait characteristics of children with hemiplegic cerebral palsy before and after modified constraint-induced movement therapy. *Disabil Rehabil.* 2010; 32(5): 402–408.

15. Aarts P.B., Jongerius P.H., Geerdink Y.A. et al. Effectiveness of modified constraint-induced movement therapy in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural. Repair.* 2010; 24(6): 509–518.

16. Aarts P.B., Jongerius P.H., Geerdink Y.A. et al. Modified Constraint-Induced Movement Therapy combined with Bimanual Training (mCIMT-BiT) in children with unilateral spastic cerebral palsy: how are improvements in arm-hand use established? *Res. Dev. Disabil.* 2011; 32(1): 271–279.

17. Aarts P.B., van Hartingsveldt M., Anderson P.G. et al. The Pirate group intervention protocol: description and a case report of a modified constraint-induced movement therapy combined with bimanual training for young children with unilateral spastic cerebral palsy. *Occup. Ther. Int.* 2012; 19(2): 76–87.

18. Choudhary A., Gulati S., Kabra M. et al. Efficacy of modified constraint induced movement therapy in improving upper limb function in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Brain Dev.* 2013; 35(9): 870–876. doi: pii: S0387-7604(12)00277-X. 10.1016/j.braindev.2012.11.001.

19. Rostami H.R., Malamiri R.A. Effect of treatment environment on modified constraint-induced movement therapy results in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Disabil. Rehabil.* 2012; 34(1): 40–44.

20. Deppe W., Thuemmler K., Fleischer J. et al. Modified constraint-induced movement therapy versus intensive bimanual training for children with hemiplegia – a randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* 2013; 27(10): 909–920.

21. Geerdink Y., Aarts P., Geurts A.C. Motor learning curve and long-term effectiveness of modified constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Res. Dev. Disabil.* 2013; 34(3): 923–931.

22. DeLuca S.C., Echols K., Law C.R., Ramey S.L. Intensive pediatric constraint-induced therapy for children with cerebral palsy: randomized, controlled, crossover trial. *J. Child. Neurol.* 2006; 21(11): 931–938.

23. Hsin Y.J., Chen F.C., Lin K.C. et al. Efficacy of constraint-induced therapy on functional performance and health-related quality of life for children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *J. Child. Neurol.* 2012; 27(8): 992–999.

24. DeLuca S.C., Trucks M.R., Wallace D.A., Ramey S.L. Practice-based evidence from a clinical cohort that received pediatric constraint-induced therapy. *J. Pediatr. Rehabil. Med.* 2017; 10(1): 37–46. doi: 10.3233/PRM-170409.

25. Bartley J., Carroll J.E. Stem cell therapy for cerebral palsy. *Expert. Opin. Biol. Ther.* 2003; 3(4): 541–549.

26. Селедцов В.И., Кафанова М.Ю., Рабинович С.С., Повещенко О.В., Кащенко Э.А., Фельде М.А., Самарин Д.М., Селедцова Г.В., Козлов В.А. Клеточная терапия детского церебрального паралича. Клеточные технологии в биологии и медицине. 2005; 2: 84–88 [Seledtsov V.I., Kafanova M.Yu., Rabinovich S.S., Poveschenko O.V., Kaschenko E.A., Fel'de M.A., Samarin D.M., Seledtsova G.V., Kozlov V.A. Cellular therapy for cerebral palsy of childhood. Kletochnye tehnologii v biologii i meditsine = Cellular technologies in biology and medicine. 2005; 2: 84–88. In Russian].

27. Seledtsov V.I., Kafanova M.Y., Rabinovich S.S. et al. Cell therapy of cerebral palsy. *Bull. Exp. Biol. Med.* 2005; 139(4): 499–503.

28. Goldman S.A., Schanz S., Windrem M.S. Stem cell-based strategies for treating pediatric disorders of myelin. *Hum. Mol. Genet.* 2008; (R1): R76–83.

29. Mehta T., Feroz A., Thakkar U. et al. Subarachnoid placement of stem cells in neurological disorders. *Transplant. Proc.* 2008; 40(4): 1145–1147.

30. Harris D.T. Cord blood stem cells: a review of potential neurological applications. *Stem. Cell. Rev.* 2008; 4(4): 269–274.

31. Harris D.T. Non-haematological uses of cord blood stem cells. *Br. J. Haemat.* 2009; 147(2): 177-184.
32. Ul Hassan A., Hassan G., Rasool Z. Role of stem cells in treatment of neurological disorder. *Int. J. Health. Sci. (Qassim)*. 2009; 3(2): 227-233.
33. Patoine B. NerveCenter: media focus on 'miracle cure' for cerebral palsy pits science vs. hype. *Ann. Neurol.* 2009; 66(4): A9-11.
34. Patoine B. NerveCenter: Stem cells surge forward to clinical trials, but fears remain. *Ann. Neurol.* 2009; 65(5): A9-A11.
35. Mankikar S.D. Stem cells: a new paradigm in medical therapeutics. *J. Long. Term. Eff. Med. Implants.* 2010; 20(3): 219-250.
36. Bell E., Wallace T., Chouinard I. et al. Responding to requests of families for unproven interventions in neurodevelopmental disorders: hyperbaric oxygen "treatment" and stem cell "therapy" in cerebral palsy. *Dev. Disabil. Res. Rev.* 2011; 17(1): 19-26.
37. Carroll J.E., Mays R.W. Update on stem cell therapy for cerebral palsy. *Expert. Opin. Biol. Ther.* 2011; 11(4): 463-471.
38. Bennet L., Tan S., Van den Heuvel L. et al. Cell therapy for neonatal hypoxia-ischemia and cerebral palsy. *Ann. Neurol.* 2012; 71(5): 589-600.
39. Li M., Yu A., Zhang F. et al. Treatment of one case of cerebral palsy combined with posterior visual pathway injury using autologous bone marrow mesenchymal stem cells. *J. Transl. Med.* 2012; 10: 100.
40. Purandare C., Shitole D.G., Belle V. et al. Therapeutic potential of autologous stem cell transplantation for cerebral palsy. *Case. Rep. Transplant.* 2012; 2012: 825289.
41. Luan Z., Liu W., Qu S. et al. Effects of neural progenitor cell transplantation in children with severe cerebral palsy. *Cell. Transplant.* 2012. 21(Suppl 1): S91-98.
42. Chen G., Wang Y., Xu Z. et al. Neural stem cell-like cells derived from autologous bone mesenchymal stem cells for the treatment of patients with cerebral palsy. *J. Transl. Med.* 2013; 11: 21.
43. Jensen A., Hamelmann E. First autologous cell therapy of cerebral palsy caused by hypoxic-ischemic brain damage in a child after cardiac arrest—individual treatment with cord blood. *Case. Rep. Transplant.* 2013; 2013: 951827.
44. Min K., Song J., Kang J.Y. et al. Umbilical cord blood therapy potentiated with erythropoietin for children with cerebral palsy: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Stem. Cells.* 2013; 31(3): 581-591.
45. Wang L., Ji H., Zhou J. et al. Therapeutic potential of umbilical cord mesenchymal stromal cells transplantation for cerebral palsy: a case report. *Case. Rep. Transplant.* 2013; 2013: 146347.
46. Ruff C.A., Faulkner S.D., Fehlings M.G. The potential for stem cell therapies to have an impact on cerebral palsy: opportunities and limitations. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2013; 55(8): 689-697.
47. Пичугина Е. Запчасти для человека. Лечение ДЦП: результаты обнадеживают. *Московский комсомолец.* 2013; 146(107): 17 [Pichugina E. Spare parts for humans. Treatment of CP: the results are promising. *Moskovskiy komso-molets.* 2013; 146(07): 17. In Russian].
48. Bloom R., Przekop A., Sanger T.D. Prolonged electromyogram biofeedback improves upper extremity function in children with cerebral palsy. *J. Child. Neurol.* 2010; 25(12): 1480-1484.
49. Cheng H.Y., Ju Y.Y., Chen C.L. et al. Managing lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy via eight-week repetitive passive knee movement intervention. *Res. Dev. Disabil.* 2013; 34(1): 554-561.
50. Prosser L.A., Curatalo L.A., Alter K.E., Damiano D.L. Acceptability and potential effectiveness of a foot drop stimulator in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2012; 54(11): 1044-1049.

Для корреспонденции/Corresponding author
Пак Лолита Алиевна/Pak Lolita
lolitap@mail.ru