

Опыт применения проприоцептивного моделирования ходьбы у детей раннего возраста с двигательными расстройствами

А. Г. Притыко¹, Н. В. Чебаненко^{1, 2}, В. П. Зыков², П. Л. Соколов¹,
Е. А. Букреева^{1, 3}, Т. А. Седненкова^{1, 3}, Е. Ю. Сергеенко³

¹ГБУЗ «Научно-практический центр специализированной помощи детям им. В. Ф. Войно-Ясенецкого Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 119619 Москва, ул. Авиаторов, 38;

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; Россия, 125993 Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1;

³ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1

Контакты: Наталья Владимировна Чебаненко nataqwe@yandex.ru

Введение. В патогенезе детского церебрального паралича (ДЦП) большую роль играет патология проприоцептивной модальности. Метод проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы позволяет осуществлять прессиорное воздействие на рецепторные зоны стоп в режиме физиологической реципрокности, осуществляя тем самым моделирование нормальной проприоцептивной импульсации.

Цель исследования — восстановительное лечение детей с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы и с различными формами ДЦП.

Материалы и методы. Описываются результаты восстановительного лечения 51 ребенка в возрасте от 7 мес до 1 года и от 1 года до 2 лет с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы и с различными формами ДЦП. Средний возраст детей составил $1,8 \pm 0,054$ года, стандартное отклонение — 0,385. Среди них 27 (52,9 %) мальчиков и 24 (47,1 %) девочки. У 70,6 % детей отмечено преобладание спастического синдрома в мышцах нижних конечностей, у 29,4 % преобладало снижение тонуса в мышцах нижних конечностей.

Восстановительное лечение проводили с помощью подошвенного имитатора опорной нагрузки «Корвит». Курс проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы включал 10 процедур длительностью от 10 до 15 мин. Режим подбирали индивидуально с учетом принципов построения занятия по лечебной гимнастике (вводный период, основной, заключительный) с изменением в зависимости от периода величины давления в пневмокамерах и времени воздействия.

Результаты. На фоне лечения отмечена положительная динамика со стороны моторики детей, проявляющаяся в тенденции к нормализации имевшихся тонических расстройств, снижению выраженности влияния безусловных тонических рефлексов, в старшей возрастной группе — в тенденции к нормализации шагового рисунка. Зафиксирована положительная динамика психического и речевого развития. У детей в возрасте от 7 мес до 1 года со спастическим парезом тяжелой степени получены статистически достоверные различия ($p < 0,05$).

Выводы. Опорная стимуляция представляется как эффективный и безопасный метод физической реабилитации детей с последствиями перинатального поражения головного мозга и с ДЦП.

Ключевые слова: двигательные расстройства у детей раннего возраста, детский церебральный паралич, восстановительное лечение, проприоцептивная коррекция, «Корвит»

Для цитирования: Притыко А. Г., Чебаненко Н. В., Зыков В. П. и др. Опыт применения проприоцептивного моделирования ходьбы у детей раннего возраста с двигательными расстройствами. Русский журнал детской неврологии 2019;14(3):16–27.

DOI: 10.17650/2073-8803-2019-14-3-16-27

EXPERIENCE OF APPLICATION OF PROPRIOCEPTIVE MODELING OF WALKING IN CHILDREN OF EARLY AGE WITH MOTOR DISORDERS

A. G. Prityko¹, N. V. Chebanenko^{1, 2}, V. P. Zыkov², P. L. Sokolov¹, E. A. Bukreeva^{1, 3}, T. A. Sednenkova^{1, 3}, E. Yu. Sergeenko³

¹V.F. Voyno-Yasenevskiy Research and Practical Center of Specialized Care for Children, Moscow Healthcare Department, 38 Aviatorov St., Moscow 119619, Russia;

²Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of Russia; 2/1 Barrikadnaya St., Moscow 125993, Russia;

³N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia

Background. In the pathogenesis of cerebral palsy, the pathology of the proprioceptive modality plays an important role. Proprioceptive correction is an effective method for habilitation of children suffering from this disease. "Stimulation of the feet" is one of the methods of proprioceptive correction. In the process of treatment, pressure is applied to the receptor zones of the feet with pneumatic elements. The pressure is produced in walking mode and simulates the effect of the step on the foot.

Objective: the rehabilitation treatment of children with the consequences of perinatal damage to the central nervous system and various forms of cerebral palsy.

Materials and methods. The results of the rehabilitation treatment of 51 children with the consequences of perinatal damage to the central nervous system in 2 age groups: from 7 months to 1 year and from 1 year to 2 years are described. The average age of children was 1.8 ± 0.054 years, standard deviation 0.385. Among them, 27 (52.9 %) were boys, 24 (47.1 %) girls. The children had various motor dysfunctions. Children with a predominance of spasticity in the muscles of the lower extremities were 70.6 %, children with a predominance of reduced tone in the muscles of the lower extremities were 29.4 %. Rehabilitation treatment was carried out from the simulator of the base load "Corvit". The course of basic stimulation was 10 procedures lasting from 10 to 15 minutes. The mode of stimulation was selected individually as in the classroom for physiotherapy. The duration and intensity of the pressure on the foot were selected.

Results. As a result of treatment, positive dynamics of motor functions was noted. It was expressed in the normalization of muscle tone and with its decrease, and with an increase. The effect of tonic reflexes decreased. In the older group, normalization of the step structure was revealed. A reliable positive dynamics of speech and mental development was recorded. In children aged 7 months to a year with severe spastic paresis, it was statistically significant ($p < 0.05$).

Conclusions. Support stimulation is an effective and safe method of physical habilitation of children with the effects of perinatal brain lesions and cerebral palsy.

Key words: perinatal brain lesions, cerebral palsy, rehabilitation, proprioceptive correction, "Corvit"

For citation: Prityko A. G., Chebanenko N. V., Zykov V. P. et al. Experience of application of proprioceptive modeling of walking in children of early age with motor disorders. *Russkiy zhurnal detskoy nevrologii = Russian Journal of Child Neurology* 2019;14 (3):16–27.

Введение

Двигательные расстройства детей раннего возраста являются наиболее распространенной причиной детской инвалидности. После перенесенной гипоксически-ишемической энцефалопатии средней и тяжелой формы, а также после перивентрикулярного кровоизлияния II–III степени и перинатальных инсультов двигательные расстройства диагностируются в 46–50 % случаев [20]. В 70 % случаев они сочетаются с нарушением развития, в 30 % случаев – со структурной эпилепсией. В 15–20 % случаев исходов двигательных расстройств развивается детский церебральный паралич (ДЦП) [11].

В период внутриутробного развития мозга на становление функций постурального контроля и локомоции основное влияние оказывает полимодальная афферентация мозга и особенно проприоцептивная импульсация, которая и после рождения ребенка определяет и модулирует весь процесс движения [10, 13]. У детей с внутриутробным поражением центральной нервной системы развитие мозга и формирование его двигательных систем нарушены [10].

Физическая абилитация – это комплексный процесс формирования у детей двигательных навыков, которые изначально не были сформированы. Высокий уровень доказательности эффективности физических методов абилитации при двигательных расстройствах с целью улучшения моторной активности, как и ботулинотерапии с целью контроля над спастичностью, отмечен в метаанализе И. Новак и соавт. (2013) [23].

К распространенным методам физической абилитации относятся методы проприоцептивной стимуляции [12]. Полноценная проприоцептивная импульсация является одним из триггеров развития

здорового мозга. У детей с двигательными расстройствами искажения и нарушения проприоцептивной импульсации запускают каскад патологических изменений функциональной системы движения [16]. В норме одним из основных и мощных источников проприоцептивного афферентного потока являются опорные отделы стоп, в процессе созревания которых ребенок начинает стоять и ходить. Двигательная память коры головного мозга, участвующая в ходьбе, формируется в результате получения внешних соматосенсорных сигналов, т.е. в результате получения информации о контакте ног с опорой при вертикализации [1, 2].

Развитие моторики во многом определяется характером и степенью сохранности функциональных взаимоотношений между моторной и сенсорной сферами [1]. Именно коллатеральная афферентация определяет уровень тонууса пейсмекерных структур головного мозга на всех уровнях. Особенно важна связь развития моторной сферы с проприоцептивной импульсацией, что было показано в классических опытах с экспериментальной проприодезафферентацией [5].

У детей с двигательными расстройствами вне зависимости от причин их возникновения слаженное взаимодействие мышц синергистов и антагонистов прекращается, мышечный тонус меняется, мышцы атрофируются, координация движений нарушается [16].

В настоящее время ученые сходятся во мнении о том, что с целью улучшения моторной активности применение кондуктивной терапии, Войта-терапии и массажа малоэффективно [18, 23]. Проприоцептивная стимуляция является одним из методов с доказанной эффективностью улучшения моторной активности [18]. У детей с двигательными расстройствами

скорректированная проприоцептивная импульсация может нормализовать до определенной степени деятельность нарушенных структур нервной системы, контролирующей моторику, и замедлить или предотвратить развитие патологических изменений опорно-двигательной системы [14].

В норме антигравитационные движения в ногах и руках формируются у здорового доношенного ребенка уже после 5 мес жизни. Далее опорная функция рук и ног усложняется. Функцию опоры с 7 мес выполняют колени и бедра. В 8 мес здоровый ребенок стоит, держась за опору, а в 9 мес – самостоятельно [4]. Одним из основных источников афферентного потока проприоцептивной модальности в процессе формирования у ребенка навыков самостоятельного стояния и ходьбы являются опорные зоны стоп [22].

Существуют разнообразные реабилитационные методы воздействия на проприоцепцию ребенка [16]. Метод Бобат основан на применении специальных приемов сенсорной стимуляции для изменения ощущений, возникающих при движениях и статическом удержании позы, что создает возможность их коррекции.

В основе метода динамической проприоцептивной коррекции лежит принцип лечения положением в комбинации с активной кинезиотерапией. Данный метод разработан в 1991 г. группой российских физиологов и клиницистов под руководством К.А. Семеновой на базе новейших для того времени достижений в космической медицине [9, 16]. Лечебные костюмы «Адели» и «Гравитон» специальными тягами и устройствами, регулирующими натяжение, корригировали патологический стереотип ходьбы, формируя мощный поток афферентной импульсации. Метод может применяться у детей старше 2 лет.

Имитатор подошвенной нагрузки «Корвит» (рис. 1) также действует по методу проприоцептивной стимуляции. По конструкции «Корвит» представляет собой 2 выполненные в форме обуви пневмокамеры. Воздействуя на стопы пациента в пяточной и/или плюсневой части, прибор моделирует принцип ходьбы и бега. Метод апробирован при ДЦП [8] у детей старше 1 года. По результатам апробации у детей раннего возраста формировались установочные рефлекс, у детей старшего возраста изменялся патологический двигательный стереотип и улучшались параметры биомеханической структуры ходьбы.

В источниках литературы отсутствуют исследования, посвященные эффективности воздействия методами проприоцептивной коррекции на формирование навыков вертикализации и ходьбы у детей раннего возраста с двигательными нарушениями.

Целью проведенного исследования явилось изучение эффективности метода проприоцептивного моделирования ходьбы в комплексном лечении двигательных нарушений у детей раннего возраста.



Рис. 1. Имитатор опорной нагрузки подошвенный, модель «Корвит»
Fig. 1. Plantar support load simulator (model "Korvit")

Материалы и методы

Под наблюдением в отделении общей психоневрологии находилось 96 детей в возрасте от 7 мес до 2 лет (средний возраст составил $1,8 \pm 0,054$ года, стандартное отклонение 0,385) с последствиями перинатального гипоксически-ишемического поражения центральной нервной системы и с различными формами ДЦП. Дети были разделены на 2 группы: основная ($n = 51$) и группа сравнения ($n = 45$). В основную группу вошел 51 ребенок в возрасте от 7 мес до 2 лет с двигательными расстройствами ($n = 14$) и с различными формами ДЦП ($n = 37$). Среди них было 27 (52,9 %) мальчиков и 24 (47,1 %) девочки. С преобладанием спастического синдрома – 40 детей (70,6 %), с преобладанием мышечной гипотонии – 11 (29,4 %) (табл. 1).

В исследовании применена признанная мировыми исследователями и валидированная шкала развития больших моторных функций Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy (GM-FCS). Шкала GMFCS основана на оценке самостоятельных движений ребенка с акцентом на состояние контроля туловища и возможности ходьбы. В основной группе с ДЦП уровни двигательного развития детей распределились следующим образом: 16 пациентов (43,2 %) – III уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS, 19 пациентов (51,4 %) – IV уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS, 2 ребенка (5,4 %) – V уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS (табл. 2).

Детям основной группы проведено проприоцептивное моделирование ходьбы. Одновременно они

Таблица 1. Распределение пациентов основной группы ($n = 51$) по возрасту и нозологическим формам

Table 1. Distribution of patients in the experimental group ($n = 51$) according to their age and disease form

Возраст Age	Диагноз Diagnosis	Число детей, n (%) Number of children, n (%)
7 мес – 1 год 7 months – 1 year	Последствия перинатального гипоксически-ишемического поражения центральной нервной системы, спастический синдром Consequences of perinatal hypoxic ischemic lesions of the central nervous system, spastic syndrome	11 (21,6)
7 мес – 1 год 7 months – 1 year	Последствия перинатального гипоксически-ишемического поражения центральной нервной системы, синдром мышечной гипотонии Consequences of perinatal hypoxic ischemic lesions of the central nervous system, muscular hypotonia	3 (5,9)
1–2 года 1–2 years	Детский церебральный паралич, ранняя резидуальная стадия, спастическая диплегия Cerebral palsy, early residual stage, spastic diplegia	29 (56,9)
1–2 года 1–2 years	Детский церебральный паралич, ранняя резидуальная стадия, атонически-астатическая форма Cerebral palsy, early residual stage, atonic astatic form	8 (15,7)

Таблица 2. Распределение пациентов основной группы с детским церебральным параличом в зависимости от уровня нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS, $n = 37$

Table 2. Distribution of patients with cerebral palsy from the experimental group according to the grade of motor impairments (GMFCS level), $n = 37$

Уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS GMFCS level	Детский церебральный паралич, спастическая диплегия ($n = 29$) Cerebral palsy, spastic diplegia ($n = 29$)	Детский церебральный паралич, атонически-астатическая форма ($n = 8$) Cerebral palsy, atonic astatic form ($n = 8$)	Всего, n (%) Total, n (%)
III	12	4	16 (43,2)
IV	15	4	19 (51,4)
V	2	0	2 (5,4)

получали традиционное лечение, которое включало массаж, физиотерапию, бальнеотерапию и медикаментозную терапию (ноотропы, препараты, регулирующие мышечный тонус, витамины).

Проприоцептивное моделирование ходьбы проводили с помощью подошвенного имитатора опорной нагрузки «Корвит», представляющего собой аппаратно-программный комплекс, предназначенный для моделирования опорных реакций в режиме циклограммы нормальной ходьбы. В основе его работы лежит принцип импульсного пневмомеханического давления на соответствующие опорные зоны стоп (пяточная область и зона дистальных головок плюсневых костей и плюснефаланговых сочленений) с помощью 2 отдельных пневмокамер. Количество циклов воздействия в минуту опционально выбиралось специалистом лечебной физкультуры и соответствовало нормальной ходьбе в медленном, среднем и быстром темпе. Специалист

также задавал время проведения процедуры и величину давления в пневмокамерах, которая варьировала в установленном диапазоне от 20 до 40 кПа в режиме циклограммы нормальной ходьбы. Курс проприоцептивного моделирования ходьбы составлял 10 процедур длительностью от 10 до 15 мин. Режим подбирали индивидуально с учетом принципов построения занятия по лечебной гимнастике (вводный период, основной, заключительный) с изменением в зависимости от периода величины давления в пневмокамерах и времени воздействия. Занятия проводили в зависимости от физических возможностей ребенка в различных исходных положениях: лежа на спине, сидя с опорой, сидя без опоры, стоя в вертикализаторе, стоя с опорой, стоя без опоры. Во время процедуры инструктор выполнял с ребенком упражнения, направленные на развитие равновесия, координации движений (игра в мяч), или показывал ребенку развивающие картинки.

В группу сравнения вошли 45 детей того же возраста: 11 детей с последствиями гипоксически – ишемического перинатального поражения центральной нервной системы и 34 ребенка с ДЦП. Распределение их по тяжести неврологических нарушений и по уровням развития больших моторных функций до лечения достоверно не отличалось от распределения в основной группе. Дети группы сравнения получали только традиционное лечение, описанное выше.

Для оценки эффективности проводимого лечения исследовали неврологический статус детей по общепринятой схеме. Уровень двигательного развития определяли по шкале GMFCS последней редакции, в которой предусмотрена возможность оценки моторики у детей в возрасте до 2 лет. Ее дословный перевод в редакции к.м.н. Н.Г. Люкшиной представлен в табл. 3.

У детей до 1 года оценку моторного, психического и речевого развития проводили в баллах по шкале, разработанной Л.Т. Журбой и Е.М. Мастюковой [3], до и после проведения курса лечения. Оценку

выполняли по 7 нервно-психическим показателям: коммуникабельность, голосовые реакции, безусловные рефлексы, мышечный тонус, асимметричный шейный тонический рефлекс, цепной симметричный рефлекс, чувствительная сфера (сенсорные реакции).

С целью оценки степени спастичности у детей с доминирующим в клиническом статусе повышением тонуса в мышцах использовали модифицированную шкалу спастичности Ашфорта (Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity) по R.W. Bohannon, M.B. Smith [21].

Ввиду несложности выборок достоверность различий между ними оценивали с использованием критерия Стьюдента. Значение коэффициента достоверности принимали не более 0,05.

Результаты и обсуждение

Проприоцептивное моделирование ходьбы с помощью имитатора опорной нагрузки подошвенного «Корвит» хорошо переносилось детьми, осложнений отмечено не было.

Таблица 3. Система классификации больших моторных функций при детском церебральном параличе у детей до 2 лет

Table 3. Gross motor function classification system for children with cerebral palsy under 2 years of age

Уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS GMFCS level	Двигательные навыки Motor skills
I	Младенцы могут самостоятельно садиться и вставать из положения сидя, сидя на полу, их руки свободны для манипуляций с предметами. Младенцы ползают, используя руки и колени, могут подтянуться, чтобы встать, сделать несколько шагов, держась за мебель. Младенцы в возрасте от 18 мес до 2 лет ходят самостоятельно, не нуждаясь в использовании вспомогательных устройств для передвижения Infants move in and out of sitting and floor sit with both hands free to manipulate objects. Infants crawl on hands and knees, pull to stand and take steps holding on to furniture. Infants walk between 18 months and 2 years of age without the need for any assistive mobility device
II	Младенцы удерживаются, сидя на полу, но могут нуждаться в использовании рук для балансировки. Младенцы ползают на животе или ползают с использованием рук и коленей. Младенцы могут подтянуться, чтобы встать и шагать, держась за мебель Infants maintain floor sitting but may need to use their hands for support to maintain balance. Infants creep on their stomach or crawl on hands and knees. Infants may pull to stand and take steps holding on to furniture
III	Младенцы удерживаются, сидя на полу, когда их нижняя часть спины поддерживается. Они переворачиваются и ползут на животе Infants maintain floor sitting when the low back is supported. Infants roll and creep forward on their stomachs
IV	Младенцы удерживают голову, но нуждаются в поддержке туловища в положении сидя на полу. Они могут переворачиваться на спину и на живот Infants have head control but trunk support is required for floor sitting. Infants can roll to supine and may roll to prone
V	Физические нарушения ограничивают произвольный контроль движений. Младенцы не удерживают голову и туловище против градиента тяжести в положении на животе и сидя. Они нуждаются в помощи взрослого, чтобы перевернуться Physical impairments limit voluntary control of movement. Infants are unable to maintain antigravity head and trunk postures in prone and sitting. Infants require adult assistance to roll

Влияние курса проприоцептивного моделирования ходьбы на двигательные функции. В основной группе детей в возрасте до 1 года с преобладанием в неврологическом статусе явлений мышечной гипотонии на фоне лечения все пациенты (100 %) стали вставать у опоры, 66,7 % пациентов начали ходить у опоры.

В основной группе детей в возрасте до 1 года с преобладанием в статусе спастических проявлений у 72,7 % пациентов снизился спастический мышечный тонус на 1 балл по модифицированной шкале спастичности Ашфорта. В результате у них увеличился объем активных движений в ногах, благодаря чему 72,7 % пациентов стали вставать у опоры, 27,3 % пациентов стали ходить у опоры, у 81,8 % пациентов скорригировалась эквинусная установка стоп при вертикализации. У 90,9 % пациентов уменьшилось влияние тонических рефлексов, таких как лабиринтный тонический рефлекс, асимметричный и симметричный шейные тонические рефлексы.

У детей основной группы с ДЦП в возрасте до 2 лет отмечалась положительная динамика по шкале GMFCS (рис. 2). Это было вызвано приобретением новых двигательных навыков. Двое детей обрели возможность переворота на живот, и уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS изменился с V на IV. Способность самостоятельно садиться из положения лежа с опорой на одну руку появилась у 10 детей, что определило изменение уровня нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS с IV на III. Девять детей смогли стоять и передвигаться у опоры, что соответствовало изменению уровня нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS с III на II. С учетом

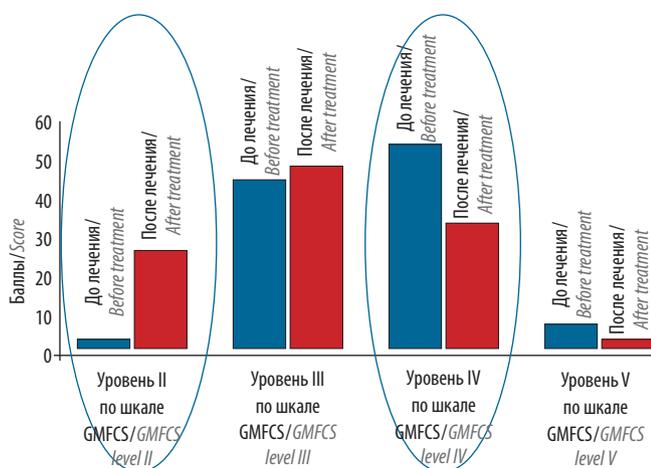


Рис. 2. Изменение числа пациентов с детским церебральным параличом в зависимости от уровня нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS. Овалами выделены достоверные различия внутри основной группы ($p < 0,05$)

Fig. 2. Changes in the number of patients with cerebral palsy depending on the GMFCS level. Ovals show significant differences within the experimental group ($p < 0.05$)

небольшой длительности курса проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы отнести эти изменения на счет естественной возрастной динамики невозможно.

В 6 (20,7 %) случаях у детей основной группы в возрасте 1–2 года с ДЦП и спастической диплегией наблюдалось исчезновение перекреста ног и появление опоры на полную стопу.

У всех детей основной группы четко прослеживалась тенденция к становлению поздних рефлексов, предваряющих дальнейшее развитие статики и локомоции. У 6 (20,7 %) детей с ДЦП и спастической диплегией, передвигавшихся с дополнительной опорой (III уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS), отмечалось уменьшение степени выраженности патологического стереотипа ходьбы за счет появления элементов переката стоп. У 5 (17,2 %) детей с тяжелой спастической диплегией (IV уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS) уменьшилось влияние лабиринтного тонического рефлекса, асимметричного и симметричного шейных тонических рефлексов.

У всех детей (100 %) основной группы с атонически-астатической формой ДЦП нарастали мышечная сила и устойчивость при стоянии и ходьбе у опоры. У 5 (62,5 %) детей улучшилась координация движений и уменьшились проявления двигательной атаксии. У 4 (50 %) отмечена тенденция к повышению мышечного тонуса. У 3 (37,5 %) детей улучшилась статокинетическая устойчивость.

Суммируя данные исследования по двигательным навыкам у детей с ДЦП основной группы и группы сравнения, можно констатировать достоверную положительную динамику изменения уровня нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS (табл. 4).

Исследование показало, что после курса применения проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы доля детей с ДЦП, достигших II уровня по шкале GMFCS, составила 24,3 % (до лечения ни один из включенных в исследование детей с ДЦП не достигал II уровня по шкале GMFCS). Доля детей с ДЦП с IV уровнем по шкале GMFCS уменьшилась до 29,8 % (до лечения этот показатель составлял 51,4 %).

У детей группы сравнения также наблюдалась положительная динамика в двигательном развитии: 3 ребенка перешли из подгруппы IV уровня по шкале GMFCS на III уровень, 2 ребенка перешли из подгруппы III уровня по шкале GMFCS на II уровень. Но достоверных различий между уровнями у детей в группе сравнения не было.

Таким образом, дети с ДЦП после применения проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы перешли в группы более легких нарушений глобальных моторных функций.

Таблица 4. Динамика изменения уровня нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS у пациентов с детским церебральным параличом (n = 71)

Table 4. Dynamics of GMFCS levels in patients with cerebral palsy (n = 71)

Уровень нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS GMFCS level	До лечения Before treatment				После лечения After treatment			
	Основная группа (n = 37) Experimental group (n = 37)		Группа сравнения (n = 34) Control group (n = 34)		Основная группа (n = 37) Experimental group (n = 37)		Группа сравнения (n = 34) Control group (n = 34)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
II	0	0	0	0	9	24,3*	2	5,9
III	16	43,2	15	44,1	17	45,9	16	47,05
IV	19	51,4	17	50,0	11	29,8*	14	41,2
V	2	5,4	2	5,9	0	0	2	5,9

*Достоверные различия $p < 0,05$.

*Significant differences at $p < 0.05$.

На рисунках представлена динамика достоверного улучшения двигательных функций у детей с ДЦП в группах до лечения (рис. 3) и после лечения (рис. 4).

В основной группе детей до 1 года с двигательными расстройствами улучшение наблюдалось в 92,9 %

случаев. В основной группе детей с ДЦП улучшение наблюдалось в 70,3 % случаев. Суммарные результаты динамики двигательных навыков у детей и достоверные различия эффективности абилитации в обеих группах представлены в табл. 5.

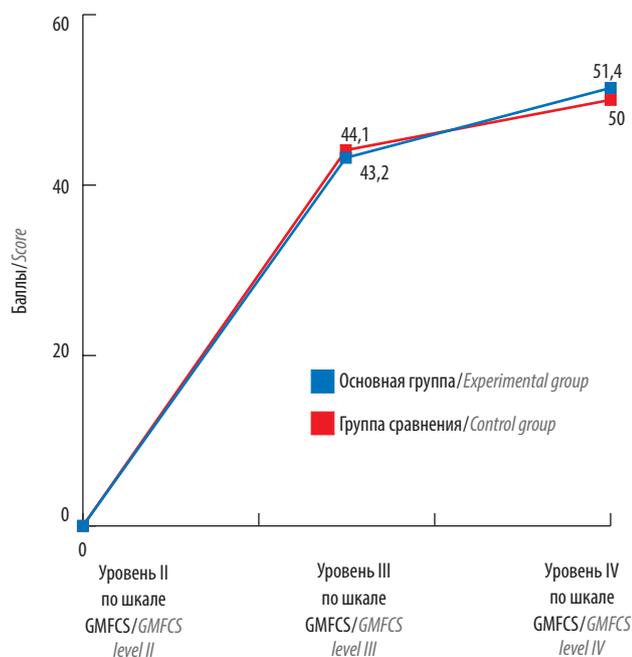


Рис. 3. Распределение пациентов по уровню нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS до лечения*

Fig. 3. Distribution of patients according to their GMFCS levels before treatment*

*Равномерное распределение уровней обеих групп. Equal distribution of levels in both groups.

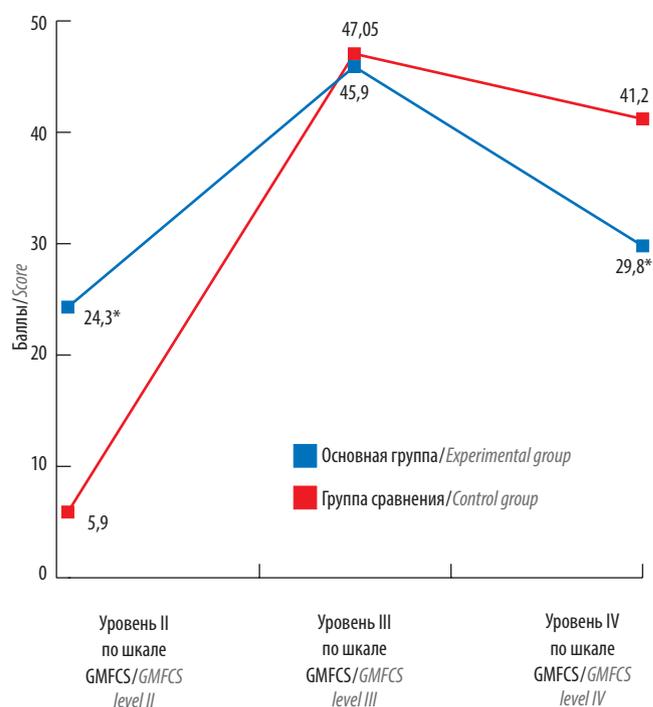


Рис. 4. Распределение пациентов по уровню нарушения глобальных двигательных функций по шкале GMFCS после лечения. *Достоверные различия $p < 0,05$

Fig. 4. Distribution of patients according to their GMFCS level after treatment. *Significant differences at $p < 0.05$

Таблица 5. Различия эффективности абилитации в группах, n = 96

Table 5. Differences in the efficacy of habilitation in groups, n = 96

Возраст Age	Улучшение Improvement				Без эффекта No effect			
	Основная группа (n = 39) Experimental group (n = 39)		Группа сравнения (n = 24) Control group (n = 24)		Основная группа (n = 12) Experimental group (n = 12)		Группа сравнения (n = 21) Control group (n = 21)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
7–12 мес 7–12 months	13	92,9*	7	63,6	1	7,1	4	36,4
1–2 года 1–2 years	26	70,3*	17	50,0	11	29,7	17	50,0

*Достоверные различия p < 0,05.

*Significant differences at p < 0.05.

Влияние курса проприоцептивного моделирования ходьбы на состояние психических и речевых функций.

На фоне применения проприоцептивного моделирования ходьбы у детей до 1 года в 100 % случаев наблюдалась положительная динамика коммуникативных и сенсорных функций (рис. 5). Появились положительные эмоции у 11 детей, 6 детей начали отличать своих от чужих, 9 детей стали интересоваться игрушками. У детей с ДЦП также наблюдалась положительная динамика в психическом развитии: у 14 детей начали проявляться игровые навыки, 4 ребенка научились собирать пирамидку.

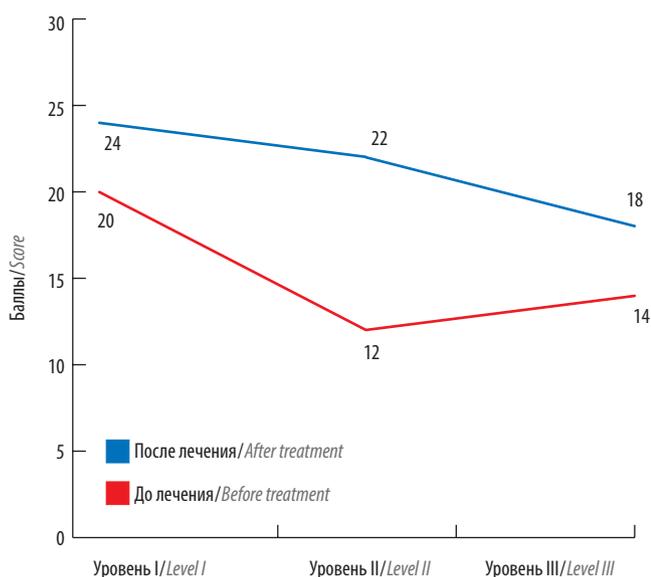


Рис. 5. Достоверные различия в оценке по методу Л.Т. Журбы и Е.М. Мастюковой у детей до 1 года основной группы

Fig. 5. Significant differences in evaluation using the method of L. T. Zhurba and E. M. Mastjukova in children under 1 year of age from the experimental group

В основной группе наблюдалась положительная динамика речевого развития: у 11 детей до года в речи появились лепетные слова, 16 детей с ДЦП начали понимать обращенную речь, 8 детей с ДЦП начали говорить фразы.

В группе сравнения достоверной положительной динамики психического и речевого развития не наблюдалось (рис. 6).

Динамика оценки клинической картины по методу Л.Т. Журбы и Е.М. Мастюковой на фоне курса проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы у детей до 1 года представлена в табл. 6 и на рис. 5.

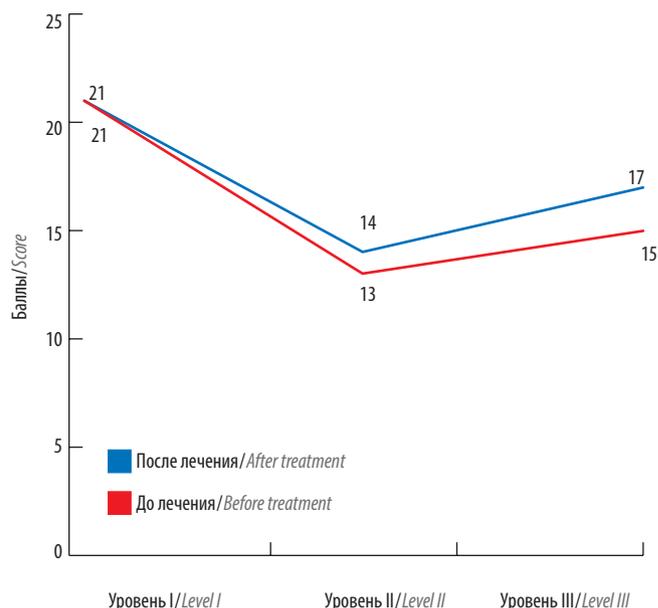


Рис. 6. Отсутствие достоверных различий в оценке по методу Л.Т. Журбы и Е.М. Мастюковой у детей до 1 года группы сравнения

Fig. 6. No significant differences in evaluation using the method of L. T. Zhurba and E. M. Mastjukova in children under 1 year of age from the control group

Таблица 6. Динамика оценки в баллах по методу Л.Т. Журбы и Е.М. Мастюковой у детей до 1 года, n = 25

Table 6. Dynamics of evaluation using the method of L.T. Zhurba and E.M. Mastyukova in children under 1 year of age, n = 25

Диагноз Diagnosis	Основная группа (n = 14) Experimental group (n = 14)		Группа сравнения (n = 11) Control group (n = 11)	
	Оценка до лечения Score before treatment	Оценка после лечения Score after treatment	Оценка до лечения Score before treatment	Оценка после лечения Score after treatment
Последствия гипоксически-ишемического перинатального поражения центральной нервной системы, спастический синдром средней степени тяжести Consequences of perinatal hypoxic ischemic lesions of the central nervous system, moderate spastic syndrome	20,0 ± 1,49	24,0 ± 1,33	21,0 ± 1,1	21,0 ± 1,5
Последствия гипоксически-ишемического перинатального поражения центральной нервной системы, спастический синдром тяжелой степени выраженности Consequences of perinatal hypoxic ischemic lesions of the central nervous system, severe spastic syndrome	12,0 ± 1,09	22,0 ± 1,9*	13,0 ± 1,09	14,0 ± 1,1
Последствия гипоксически-ишемического перинатального поражения центральной нервной системы, синдром мышечной гипотонии Consequences of perinatal hypoxic ischemic lesions of the central nervous system, muscular hypotonia	14,0 ± 0,9	18,0 ± 0,7	15,0 ± 0,9	17,0 ± 0,9

*Достоверные различия при p < 0,05.

*Significant differences at p < 0.05.

Отсутствие достоверности в группах пациентов с последствиями гипоксически-ишемического перинатального поражения центральной нервной системы со спастическим синдромом средней степени тяжести и с последствиями гипоксически-ишемического перинатального поражения центральной нервной системы с синдромом мышечной гипотонии может быть обусловлено недостаточным объемом выборки.

Наш опыт применения проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы достоверно показал положительную динамику двигательного развития у детей раннего возраста с последствиями гипоксически-ишемического поражения центральной нервной системы и с ДЦП. Это согласуется с мнением многих ученых, которыми показаны высокая нейропластичность и наличие признаков процесса нейрорепарации в центральной нервной системе пациентов раннего возраста с двигательными нарушениями [12, 14, 22]. Одним из мощных источников проприоцептивного сенсорного потока являются опорные отделы стоп [12, 19]. В многочисленных работах отмечено, что для активного функционирования нейронов, роста и ветвления дендритов, образования новых синапсов, миелинизации нервных волокон необходимо проведение абилитации, направленной на активацию периферической афферентации [9, 15, 22].

Компенсаторно-восстановительные, репаративные процессы наиболее интенсивно выражены у пациентов раннего возраста, что свидетельствует о высокой пластичности детского мозга [9].

Становление вертикального положения тела человека и его способности к передвижению на всех этапах онтогенеза тесно связаны с возможностями двигательного анализатора ребенка и с развитием системы антигравитации [2]. Показанные в настоящей работе результаты подтверждают эту точку зрения.

При внутриутробном поражении головного мозга ведущим является двигательный дефект: нарушение статики, локомоции, произвольных движений туловища и конечностей, а также нарушение системы антигравитации [9]. В нашей работе показано, что при абилитации таких детей основное внимание нужно уделять вертикализации и формированию навыка ходьбы.

Полноценная проприоцептивная импульсация является одним из триггеров развития здорового мозга, а ее искажения и нарушения запускают каскад патологических изменений функциональной системы движения, таким образом, очевидно, что скорректированная проприоцептивная импульсация может частично нормализовать деятельность нарушенных структур двигательного анализатора и замедлить или уменьшить выраженность развития патологических изменений

опорно-двигательного аппарата [17]. Под влиянием опорной афферентации происходит стимуляция процессов нейропластичности [6]. В исследовании доказана высокая эффективность применения проприоцептивного моделирования ходьбы у детей в возрасте от 7 мес до 1 года с двигательными расстройствами и у детей 1–2 лет с ДЦП.

В основе сложной патологии двигательного развития детей и формирования ДЦП лежат изменение активности функциональной системы антигравитации и гипокинезия, обусловленные и сопровождающиеся нарушениями проприоцептивной афферентации [16]. Отсутствие своевременной редукции и нарастание влияния на мышцы туловища и конечностей примитивных врожденных постуральных реакций (лабиринтного тонического рефлекса, асимметричного и симметричного шейных тонических рефлексов) приводят к задержке развития выпрямляющих установочных рефлексов и формированию нефизиологических мышечных взаимодействий (синкинезий, синергий) [16]. Искаженная постуральная мышечная синергетика является основой для развития патологического двигательного стереотипа, характерных нарушений позы и опорной функции стоп, патологии ходьбы и статодинамической координации [13, 16].

Эффективность реабилитационных мероприятий при ДЦП в старшем возрасте снижается за счет функциональной активности сенсомоторной матрицы, зафиксировавшей состоявшийся в процессе постнатального нейроонтогенеза моторный статус и препятствующей внесению изменений в имеющиеся моторные паттерны [18]. Это подтверждают представленные нами данные.

Исследование выявило, что после проведенного курса проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы у детей от 7 мес до 2 лет с различными по степени тяжести двигательными нарушениями по данным клинического осмотра отмечены снижение выраженности влияния тонических рефлексов на мышцы туловища и конечностей, тенденция к нормализации мышечного тонуса как при исходном его повышении, так и при понижении. Сходные результаты получили В.Д. Левченкова и соавт. (2014), И.А. Матвеева и соавт. (2012), И.Б. Козловская и соавт. (2007). Согласно их данным, эффективность активизации опорной афферентации приводит к уменьшению спастичности мышц, восстановлению координации движений, что связано с развитием новых функциональных связей в головном мозге, способствующих восстановлению нарушенного моторного стереотипа [8, 12, 19, 22].

Нами доказано, что после применения проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы дети с ДЦП перешли в группы более легких нарушений глобальных моторных функций. Разница

результатов реабилитации в основной группе и группе сравнения была статистически достоверна. Полученные данные констатируют, что моделирование проприоцептивной картины физиологичной ходьбы снижает степень инвалидизации и повышает качество жизни.

Обращает на себя внимание достоверная положительная динамика психических и речевых функций у детей основной группы после применения моделирования проприоцептивной стимуляции. Это согласуется с данными других авторов, в работах которых отмечено, что развитие ассоциативных отделов мозга, ответственных за реализацию когнитивных функций, а также восприятие «схемы тела», происходит под влиянием афферентной импульсации с периферии [6, 7, 14, 17, 24]. Кроме того, исследователями подтверждено, что применение проприоцептивного моделирования приводит к усилению таламо-кортикальной импульсации и активации теменных ассоциативных зон (через неспецифические ядра таламуса), что способствует формированию новых функциональных связей с улучшением интеграции импульсов различных сенсорных модальностей ввиду наличия полимодальных нейронов в составе как первичных, так и третичных ассоциативных зон коры больших полушарий [6, 7, 14, 15, 17, 24]. Наши результаты и данные других исследований показывают, что возрастающий объем сенсорной информации стимулирует развитие психики и речи [14, 17, 24].

Новизна исследования состоит в том, что впервые метод проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы применен у детей до 1 года. Ограничение младшей группы возрастом 7 мес было продиктовано как раз тем, что в этот период в норме активно развивается вертикализационный комплекс, что определяет готовность сенсомоторной системы в целом к восприятию импульсации со стопных рецепторов. С этой точки зрения, эффективность проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы в более раннем возрасте вряд ли будет столь же показательной, как в 2-м полугодии жизни. Тем не менее этот вопрос требует изучения.

Выводы

Таким образом, результаты проведенной коррекции двигательных расстройств у детей раннего возраста свидетельствуют о том, что опорная стимуляция с использованием подошвенного имитатора опорной нагрузки «Корвит» является эффективным и безопасным методом реабилитации.

Метод проприоцептивного моделирования вертикализации и ходьбы может быть рекомендован для комплексной реабилитации детей раннего возраста с нарушением двигательных функций, проводимой как в стационарных, так и в амбулаторных условиях.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Анохин П.К. Теория функциональных систем в физиологии и психологии. М.: Наука, 1978. 370 с. [Anokhin P.K. Theory of functional systems in physiology and psychology. Moscow: Nauka, 1978. 370 p. (In Russ.)].
2. Бернштейн Н.А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947. С. 107–144. [Bernshteyn N.A. On the formation of movements. Moscow: Medgiz, 1947. P. 107–144. (In Russ.)].
3. Журба Л.Т., Мастюкова Е.М. Нарушение психомоторного развития детей первого года жизни. М.: Медицина, 1981. 272 с. [Zhurba L.T., Mastukova E.M. Impairments of psychomotor development in infants. Moscow: Meditsina, 1981. 272 p. (In Russ.)].
4. Зыков В.П., Ахмадов Т.З., Нестерова С.И., Сафонов Д.Л. Диагностика и лечение двигательных расстройств у детей раннего возраста. Эффективная фармакотерапия. Педиатрия 2011; (специальный выпуск «Болезни нервной системы»):6–11. [Zykov V.P., Akhmadov T.Z., Nesterova S.I., Safonov D.L. Diagnosis and treatment of motor disorders in young children. Effektivnaya farmakoterapiya = Effective Pharmacotherapy. Pediatrics 2011; (special issue “Nervous system diseases”):6–11. (In Russ.)].
5. Клосовский Б.Н. Причины рождения детей с неполноценным мозгом. Вестник АМН СССР 1962;(1):32–9. [Klosovskiy B.N. Causes of congenital brain defects. Vestnik AMN SSSR = Bulletin of the USSR Academy of Medical Sciences 1962;(1):32–9. (In Russ.)].
6. Кремнева Е.И., Черникова Л.А., Коновалов Р.Н. и др. Активация сенсоромоторной коры при использовании аппарата для механической стимуляции опорных зон стопы. Физиология человека 2012;38(1):61–8. [Kremneva E.I., Chernikova L.A., Konovalov R.N. et al. Activation of the sensorimotor cortex in response to mechanical stimulation of soles. Fiziologiya cheloveka = Human Physiology 2012;38(1):61–8. (In Russ.)].
7. Кремнева Е.И., Черникова Л.А., Коновалов Р.Н. и др. Оценка супраспинального контроля локомоции в норме и при патологии с помощью пассивной моторной фМРТ парадигмы. Анналы клинической и экспериментальной неврологии 2012;6(1):31–7. [Kremneva E.I., Chernikova L.A., Konovalov R.N. et al. Evaluation of supraspinal control of locomotion in normal and pathological conditions using passive motor fMRI paradigm. Annaly klinicheskoy i eksperimentalnoy nevrologii = Annals of Clinical and Experimental Neurology 2012;6(1):31–7. (In Russ.)].
8. Левченкова В.Д., Матвеева И.А., Батышева Т.Т. и др. Использование метода опорной стимуляции в абилитации детей с различными формами церебрального паралича. Детская и подростковая реабилитация 2014;1(22):19–24. [Levchenkova V.D., Matveeva I.A., Batysheva T.T. et al. Method of support stimulation in habilitation of children with various forms of cerebral palsy. Detskaya i podrostkovaya reabilitatsiya = Child and Adolescent Rehabilitation 2014;1(22):19–24. (In Russ.)].
9. Левченкова В.Д., Семенова К.А. Современные представления о морфологической основе детского церебрального паралича. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова 2012;7(2):4–8. [Levchenkova V.D., Semenova K.A. Current concept of the morphological basis of cerebral palsy. Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry 2012;7(2):4–8. (In Russ.)].
10. Левченкова В.Д., Титаренко Н.Ю., Батышева Т.Т., Чебаненко Н.В. Внутритрунная инфекция как одна из причин детского церебрального паралича. Детская и подростковая реабилитация 2017;3(31):14–21. [Levchenkova V.D., Titarenko N.Yu., Batysheva T.T., Chebanenko N.V. Intrauterine infection as one of the causes of cerebral palsy. Detskaya i podrostkovaya reabilitatsiya = Child and Adolescent Rehabilitation 2017;3(31):14–21. (In Russ.)].
11. Лечение заболеваний нервной системы у детей. Клиническое руководство для врачей. Под ред. В.П. Зыкова. Изд-е 4-е, перераб. и доп. М.: Триада-Х, 2016. 424 с. [Treatment of nervous system diseases in children. Clinical guidelines for physicians. Ed. by V.P. Zykov. 4th edn., rev. and suppl. Moscow: Triada-X, 2016. 424 p. (In Russ.)].
12. Матвеева И.А., Петрушанская К.А., Семенова К.А. Применение метода опорной стимуляции для реабилитации двигательных функций у детей с различными формами церебрального паралича. Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Функциональная межполушарная асимметрия и пластичность головного мозга». М., 2012. С. 324–327. [Matveeva I.A., Petruschanskaya K.A., Semenova K.A. Method of support stimulation for rehabilitation of motor functions in children with various forms of cerebral palsy. Proceedings of the Russian conference “Functional Hemispheric Asymmetry and Brain Plasticity”. Moscow, 2012. P. 324–327. (In Russ.)].
13. Орбели Л.А. Адаптационно-трофическая функция нервной системы. Избранные труды. Т. 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 608 с. [Orbeli L.A. Adaptive trophic function of the nervous system. Selected works. Vol. 2. Moscow-Leningrad: USSR Academy of Sciences, 1962. 608 p. (In Russ.)].
14. Преображенская И.Г., Шелякин А.М., Катышева М.В. и др. Влияние афферентного потока с двигательного аппарата на высшие психические функции детей, страдающих церебральными параличами. Физиология человека 1997;23(1):47–9. [Preobrazhenskaya I.G., Shelyakin A.M., Katysheva M.V. et al. Impact of afferent signals from the locomotor system on mental functions of children with cerebral palsy. Fiziologiya cheloveka = Human Physiology 1997;23(1):47–9. (In Russ.)].
15. Саенко И. В., Кремнева Е. И., Глебова О.В. и др. Новые подходы в реабилитации больных с поражениями ЦНС, базирующиеся на гравитационных механизмах. Физиология человека 2017;43(5):118–28. [Saenko I. V., Kremneva E. I., Glebova O.V. et al. New approaches in the rehabilitation of patients with lesions of the central nervous system, based on gravitational mechanisms. Fiziologiya cheloveka = Human Physiology 2017;43(5):118–28. (In Russ.)].
16. Семенова К.А. Восстановительное лечение больных с резидуальной стадией детского церебрального паралича. М.: Антидор, 1999. 384 с. [Semenova K.A. Rehabilitation of patients with residual stage of cerebral palsy. Moscow: Antidor, 1999. 384 p. (In Russ.)].
17. Синельникова А.Н., Кобрин В.И., Яворский А.Б. и др. Взаимодействие зрительного и проприоцептивного анализаторов при поддержании вертикальной позы. Физиология человека 2001;27(3):61–5. [Sinelnikova A.N., Kobrin V.I., Yavorskiy A.B. et al. Interaction between visual and proprioceptive analyzers in maintaining vertical posture. Fiziologiya cheloveka = Human Physiology 2001;27(3):61–5. (In Russ.)].
18. Соколов П.Л. Детский церебральный паралич: дизонтогенез и восстановительное лечение. М., 2012. 217 с. [Sokolov P.L. Cerebral palsy:

- dysontogenesis and restorative treatment. Moscow, 2012. 217 p. (In Russ.)].
19. Хуснутдинова Д.Р. Роль опорной афферентации в поддержании скоростно-силовых свойств и выносливости антигравитационных мышц. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 25 с. [Khusnutdinova D.R. Role of support afferentation in maintaining speed and strength properties and endurance of antigravity muscles. Summary of thesis ... of candidate of medical sciences. Moscow, 2007. 25 p. (In Russ.)].
 20. Bassan H., Limperopoulos C., Visconti K. et al. Neurodevelopmental outcome in survivors of periventricular hemorrhagic infarction. *Pediatrics* 2007;120:785–92. DOI: 10.1542/peds.2007-0211.
 21. Bohannon R.W., Smith M.B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987;67(2):206–7.
 22. Kozlovskaya I.B., Sayenko I.V., Sayenko D.G. et al. Role of support afferentation in control of the tonic muscle activity. *Acta Astronautica* 2007;8:285–94.
 23. Novak I., McIntyre S., Morgan C. et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol* 2013;55(10):885–910. DOI: 10.1111/dmcn.12246.
 24. Pirila S., Van der Meere J., Korhonen P. et al. A retrospective neurocognitive study in children with spastic diplegia. *Dev Neuropsychol* 2004;26(3):679–90. DOI: 10.1207/s15326942dn2603_2.

ORCID авторов/ORCID of authors

А. Г. Притыко/A. G. Prityko: <https://orcid.org/0000-0001-8899-4107>

Е. А. Букреева/E. A. Bukreeva: <https://orcid.org/0000-0001-7660-4933>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Информированное согласие. Родители пациентов подписали информированное согласие на участие детей в исследовании.

Informed consent. There is given the parental informed consent to the children's participation in the study.