

# Восстановительная и спортивная медицина Rehabilitation and sport medicine

Научная статья

УДК 796.912. 616.831-009.11

DOI: 10.14529/hsm240223

## РАЗВИТИЕ МЕХАНИЗМА СЕНСОРНЫХ КОРРЕКЦИЙ У ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ СПАСТИЧЕСКОЙ ДВУСТОРОННЕЙ ФОРМОЙ GMFCS II

**И.О. Черепанова**<sup>1</sup>, [a89853602875@yandex.ru](mailto:a89853602875@yandex.ru), <http://orcid.org/0000-0003-4310-5673>

**А.В. Ненашева**<sup>2</sup>, [nenashevaav@susu.ru](mailto:nenashevaav@susu.ru), <http://orcid.org/0000-0001-7579-0463>

**А.С. Ушаков**<sup>2</sup>, [ushakovas74@mail.ru](mailto:ushakovas74@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0002-7591-3678>

**А.И. Ненашев**<sup>2</sup>, [genri50374@mail.ru](mailto:genri50374@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6881-8963>

<sup>1</sup> Московский политехнический университет, Москва, Россия

<sup>2</sup> Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

**Аннотация. Цель:** развитие механизма сенсорных коррекций у детей с детским церебральным параличом спастической двусторонней формой GMFCS II при помощи разработанной технологии. **Материалы и методы.** Исследование проводилось на базе спортивной школы олимпийского резерва «Русь» (г. Москва) и врачебно-спортивного диспансера ЦСКА имени С.М. Белаковского (г. Москва). В рамках научно-исследовательской работы в исследовании принимали участие 20 детей с синдромом спастической диплегии GMFCS II. **Результаты.** Исследования раскрывают концептуальную основу построения систематического каркаса разработанной технологии, для проверки целесообразности используются стабиллография и электромиография исследуемых мышечных групп, результативность подтверждена полученными результатами электромиографического исследования, выразившимися в уменьшении величины амплитуды ПДЕ на 5,62 %, величины максимальной амплитуды – на 3,47 %, количества турнов в экспериментальной группе – на 7,24 %. **Заключение.** Результативность применяемых реабилитационных воздействий нашла отражение в полученных показателях стабиллометрического исследования, прирост показателей средней линейной скорости в экспериментальной группе составил 6,92 %, показателей скорости изменения площади стотокинезиограммы – 12,93 %.

**Ключевые слова:** двигательная реабилитация, детский церебральный паралич, спастическая диплегия, технология, фигурное катание, проприорецепция, нейрофизиология, кинестетика, сенсорные коррекции

**Для цитирования:** Развитие механизма сенсорных коррекций у детей с детским церебральным параличом спастической двусторонней формой GMFCS II / И.О. Черепанова, А.В. Ненашева, А.С. Ушаков, А.И. Ненашев // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 2. С. 183–188. DOI: 10.14529/hsm240223

## DEVELOPMENT OF THE MECHANISM FOR SENSORY CORRECTION IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

I.O. Cherepanova<sup>1</sup>, a89853602875@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4310-5673>

A.V. Nenasheva<sup>2</sup>, nenashevaav@susu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7579-0463>

A.S. Ushakov<sup>2</sup>, ushakovas74@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7591-3678>

A.I. Nenashev<sup>2</sup>, genri50374@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6881-8963>

<sup>1</sup> Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

**Abstract. Aim.** This study investigates the development of a mechanism for sensory correction in children with spastic bilateral cerebral palsy (GMFCS level II) through a novel technological approach. **Materials and methods.** The investigation was undertaken at the Sports School of the Olympic Reserve “Rus” and the Central Sports Club of the Army (CSKA) Medical and Sports Center, both located in Moscow. Twenty subjects with spastic (GMFCS II) were selected for participation in this study. **Results.** The findings underscore the theoretical foundation required for the development of a structured framework for our innovative technology. Utilizing stabilometry and electromyography to assess the applicability of the technology, the outcomes demonstrate a significant reduction in motor unit action potential (MUAP) amplitude by 5.62%, a decrease in maximum amplitude by 3.47%, and a notable reduction in the number of turns within the experimental group by 7.24%. **Conclusion.** The rehabilitation interventions implemented within this study have demonstrated substantial effectiveness, as evidenced by the stabilometric measurements. Notably, the experimental group exhibited a 6.92% increase in average linear velocity and a 12.93% increase in the rate of change in the ellipse area, indicating a positive impact of the sensory correction mechanism on the motor function of the participants.

**Keywords:** motor rehabilitation, cerebral palsy, spastic diplegia, technology, figure skating, proprioception, neurophysiology, kinesthetics, sensory correction

**For citation:** Cherepanova I.O., Nenasheva A.V., Ushakov A.S., Nenashev A.I. Development of the mechanism for sensory correction in children with cerebral palsy. *Human. Sport. Medicine*. 2024;24(2):183–188. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240223

**Введение.** Выполнение разного рода амортизационных движений, являющихся базисной основой технического исполнения всех элементов фигурного катания на коньках, позволяет синергетически задействовать достаточно большое количество групп мышц, вовлекаемых в реализацию двигательного акта, что направлено на коррекцию нейрогенных дискенезий, необходимых для реализации верного двигательного акта, позволяет исключить двигательные синергии стереотипного характера [2, 4, 15].

Активация посредством применения определенной технологической систематики, системы нейрофизиологической регуляции нервно-мышечного аппарата у детей с детским церебральным параличом, спастической его формой, представляется нам решением проблемы со спастикой и неверным выполнением двигательных актов как повседневных, так и заданных к выполнению. Двигательный

стереотип, формируемый у ребенка в процессе многократного выполнения неверных с биомеханической точки зрения двигательных действий вследствие нарушенной нейромышечной проводимости, практически не поддается исправлению без ликвидации причины его возникновения. Возможно многократно и различными способами предпринимать попытки стабилизировать биомеханику выполнения того или иного двигательного акта, однако результат не будет сильно отличаться от исходного либо же будет замечен обратный регресс [12, 13]. Следует реализовывать двигательную реабилитацию начиная с корневого звена возникновения нарушения. Так, нужно осуществлять нейромышечную настройку задействуемых при выполнении двигательных действий нейрональных связей [5, 8, 9, 15].

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на базе спортивной школы олим-

пийского резерва «Русь» (г. Москва) и врачбно-спортивного диспансера ЦСКА имени С.М. Белаковского (г. Москва). В рамках научно-исследовательской работы в исследовании принимали участие 20 детей с синдромом спастической диплегии GMFCS II. Дети были разделены на две группы – экспериментальную ( $n = 10$ ) и контрольную ( $n = 10$ ). Перед началом эксперимента с испытуемыми была проведена диагностика детского невролога с учётом консультационных заключений смежных специалистов (педиатра, детского офтальмолога, отоларинголога). Была проведена электроэнцефалография и электронейромиография, а также диагностика психического развития.

Дети в контрольной группе на протяжении годового цикла проходили стандартный курс реабилитации, непрерывной комплексной терапии, включающий в себя медикаментозную терапию, лечебную физкультуру (ЛФК), массаж и физиотерапию.

Испытуемые в экспериментальной группе наряду с комплексной терапией, исключающей лечебную физкультуру (ЛФК), занимались по разработанной технологии двигательной реабилитации средствами фигурного катания на коньках. В конце очередного этапа комплексного контроля был проведен ряд тестирований у испытуемых обеих групп.

Разработанная нами технология предусматривает использование в качестве основного инструмента теоретическую и практическую базу вида спорта «фигурное катание на коньках», адаптированную нами же впервые инновационно под специфику и систематику реабилитационного процесса детей с детским церебральным параличом, двусторонней спастической его формой. При выполнении разного рода амортизационных движений, являющихся базисной основой технического исполнения всех элементов фигурного катания на коньках, синергетически задействуется достаточно большое количество исследуемых групп мышц, вовлекаемых в реализацию двигательного акта. Используя функционирующий алгоритмически верно аппарат нервно-мышечной регуляции, следующим этапом осуществляли непосредственную настройку биомеханической схемы реализуемых реабилитируемых двигательных актов, с непосредственной коррекцией и нивелированием [1–3].

**Результаты.** Результативность проводимых реабилитационных воздействий оцени-

валась нами с помощью электромиографического исследования задействуемых в ходе выполнения заданных двигательных актов реабилитируемыми мышечными группами. Этапный контроль, проводимый на протяжении всего эксперимента, позволяет своевременно выявлять требующие пересмотра и коррекции используемые инструменты воздействия и таким образом осуществлять максимально эффективный процесс реабилитации на протяжении всего реабилитационного цикла. Так, уровень нейромышечного восприятия, выражаемый в улучшении показателя кинестезического дифференцирования мышечных групп реабилитируемых, отражен в полученных показателях проведенной электромиографии и стабилотрии [6, 7, 10].

Полученные данные электромиографии свидетельствуют об уменьшении спастичности исследуемых мышечных групп, что позволяет ребенку в должной мере использовать проприоцептивные механизмы и вносить своевременную коррекцию в двигательное действие. Биомеханические и электрофизиологические характеристики выполнения двигательных действий, выведенные на более высокий уровень по сравнению с изначальным, позволяют ребенку в определенной степени выполнять своевременные сенсорные коррекции, что, вследствие исключения извращенной нагрузки, снижает патологическую перестройку костей, нервно-трофические нарушения в них [11, 14].

Исходя из полученных данных стабилотрического исследования, в контрольной и экспериментальной группах уровень статокINETической устойчивости в начале эксперимента был относительно одинаков. После проведенной стотокINETИЗОГРАММЫ (тест с открытыми глазами) в экспериментальной группе показатели КФР в конце эксперимента увеличились на 8,19 % при  $p < 0,05$ , в контрольной группе исследуемые показатели возросли на 2,73 % при  $p > 0,05$ ; показатели нормированной площади векторограммы в экспериментальной группе увеличились на 0,08 мм<sup>2</sup>/с при  $p < 0,05$ , в контрольной группе – на 0,04 мм<sup>2</sup>/с при  $p > 0,05$ ; прирост показателей средней линейной скорости в экспериментальной группе составил 0,69 мм/с при  $p < 0,05$ , в контрольной группе исследуемый показатель возрос на 0,38 мм/с при  $p > 0,05$ ; прирост показателей скорости изменения площади стотокINETИЗОГРАММЫ в эксперимен-

тальной группе составил 3,73 мм<sup>2</sup>/с, в контрольной группе – 1,89 мм<sup>2</sup>/с.

**Заключение.** Коррекция нейрогенных дискенезий, возникающих вследствие нарушения произвольной иннервации, тонуса, нарушения содружественных движений и автоматизмов, позволяет ликвидировать выпадение функции пирамидного пути посредством коррекции проприоцептивных импульсов, поступающих в заднюю центральную извилину и обеспечивающих кинестетические ощущения, необходимые для реализации верного двигательного акта, и исключить двигательные синергии стереотипного характера.

Результативность применяемых реабилитационных воздействий подтверждена по-

лученными результатами электромиографического исследования, выразившимися в уменьшении величины амплитуды ПДЕ на 5,62 %, величины максимальной амплитуды – на 3,47 %, количества турнов в экспериментальной группе – на 7,24 %. Результативность применяемых реабилитационных воздействий нашла отражение в полученных показателях стабилметрического исследования, в экспериментальной группе показатели КФР в конце эксперимента увеличились на 8,19 %, нормированной площади векторограммы – на 4,27 %, прирост показателей средней линейной скорости в экспериментальной группе составил 6,92 %, показателей скорости изменения площади стотокинезиограммы – 12,93 %.

### Список литературы

1. Биомеханические характеристики мышечной и постурологической регуляции тяжелоатлетов условной легкой весовой категории в базовом периоде подготовки / А.П. Исаев, В.В. Эрлих, А.В. Ненашева [и др.] // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 76–93.
2. Влияние развития координационных способностей на техническую подготовленность фигуристов на тренировочном этапе подготовки / И.О. Черепанова, К.С. Дунаев, А.Н. Таланцев, А.И. Ненашев // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 158–163.
3. Диагностика двигательных действий с применением компьютерной стабیلлографии у обследуемых, занимающихся спортивным ориентированием / А.П. Исаев, А.В. Ненашева, Э.Э. Маматов, Е.Ю. Савиных // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура»*. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 10–15.
4. Евсеев, С.П. Адаптивная физическая культура (цель, содержание, место в системе знаний о человеке) / С.П. Евсеев // *Теория и практика физ. культуры*. – 1988. – № 1. – С. 2–8.
5. Евсеев, С.П. Становление адаптивной физической культуры в России / С.П. Евсеев // *Теория и практика физ. культуры*. – 2006. – № 10. – С. 8–10.
6. Макарова, Э.В. Изменения в системе крови и нейроэндокринной системе у студентов со спастическими и вялыми парезами как критерий подбора средств и методов физической реабилитации / Э.В. Макарова, В.П. Карташев // *Ученые записки Рос. гос. соц. ун-та*. – 2015. – Т. 14, № 2 (129). – С. 64–70. DOI 10.17922/2071-5323-2015-14-2-64-70
7. Макарова, Э.В. Динамика изменений активности реакций свободно радикального окисления у студентов с последствиями детского церебрального паралича в процессе обучения / Э.В. Макарова // *Педагогика, психология и мед.-биол. проблемы физ. воспитания и спорта*. – 2012. – № 11. – С. 55–58. DOI 10.6084/m9.figshare.97360
8. О физическом воспитании в вузовском образовании / Г.А. Гилев, Э.В. Егорычева, Е.А. Клузов, Ю.В. Краев // *Теория и практика физ. культуры*. – 2020. – № 1. – С. 48–49.
9. Особенности подготовки студентов к многоборным программам комплекса ГТО / А.В. Воронков, Е.А. Бражник, Ю.А. Загоруйко, Д.В. Щербин // *Теория и практика физ. культуры*. – 2020. – № 10. – С. 58–60.
10. Повышение окислительной способности рабочих мышечных групп при выполнении упражнений анаэробной направленности / Г.А. Гилев, В.Н. Гладков, В.В. Владыкина, А.А. Плешаков // *Теория и практика физ. культуры*. – 2018. – № 7. – С. 78–82.
11. Психолого-педагогические подходы на предсоревновательном этапе подготовки спортсменов / Г.А. Гилев, В.В. Владыкина, Э.В. Егорычева и др. // *Теория и практика физ. культуры*. – 2022. – № 7. – С. 68–70.
12. Становление и развитие спортивного мастерства с ориентацией на модельные характеристики / Г.А. Гилев, В.В. Владыкина, Н.Е. Максимов, А.А. Плешаков // *Теория и практика физ. культуры*. – 2018. – № 12. – С. 31.

13. Управляющие и регулирующие механизмы моделей двигательной специальной функциональной системы спортсменов в блоках многолетней подготовки / А.П. Исаев, В.И. Заляпин, А.В. Шевцов и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 115–126.

14. Филимонова С.И. Повышение физической подготовленности студентов на основе элективного курса по системе CrossFit / С.И. Филимонова, А.С. Грачев, Д.Е. Егоров, Д.В. Щербин // *Теория и практика физ. культуры*. – 2023. – № 6. – С. 71–73.

15. Черепанова, И.О. Анализ соревновательной деятельности фигуристов на этапе спортивной специализации / И.О. Черепанова, К.С. Дунаев, А.И. Ненашев // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 103–109.

## References

1. Isaev A.P., Erlikh V.V., Nenasheva A.V. et al. Biomechanical Characteristics of Muscular and Posturological Regulation of Weightlifters of the Conventional Light Weight Category in the Basic Training Period. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 76–93. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170309

2. Cherepanova I.O., Dunaev K.S., Talantsev A.N., Nenashev A.I. The Influence of the Development of Coordination Abilities on the Technical Preparedness of Figure Skaters at the Training Stage of Preparation. *Human. Sport. Medicine*, 2022, vol. 22, no. 3, pp. 158–163. (in Russ.)

3. Isaev A.P., Nenasheva A.V., Mamatov E.E., Savinykh E.Yu. Diagnosis of Motor Actions Using Computer Stabilography in Subjects Involved in Orienteering. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education, Healthcare, Physical Education*, 2013, vol. 13, no. 2, pp. 10–15. (in Russ.)

4. Evseev S.P. [Adaptive Physical Culture (Goal, Content, Place in the System of Knowledge About a Person)]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 1988, no. 1, pp. 2–8. (in Russ.)

5. Evseev S.P. [Formation of Adaptive Physical Culture in Russia]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2006, no. 10, pp. 8–10. (in Russ.)

6. Makarova E.V., Kartashev V.P. [Changes in the Blood System and Neuroendocrine System in Students with Spastic and Flaccid Paresis as a Criterion for the Selection of Means and Methods of Physical Rehabilitation]. *Uchenyye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo sotsial'nogo universiteta* [Scientific Notes of the Russian State Social University], 2015, vol. 14, no. 2 (129), pp. 64–70. DOI: 10.17922/2071-5323-2015-14-2-64-70

7. Makarova E.V. [Dynamics of Changes in the Activity of Free Radical Oxidation Reactions in Students with Consequences of Cerebral Palsy During the Learning Process]. *Pedagogika, psikhologiya i mediko-biologicheskiye problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta* [Pedagogy, Psychology and Medical-biological Problems of Physical Education and Sports], 2012, no. 11, pp. 55–58. DOI: 10.6084/m9.figshare.97360

8. Gilev G.A., Egorycheva E.V., Klusov E.A., Kraev Yu.V. [On Physical Education in University Education]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2020, no. 1, pp. 48–49. (in Russ.)

9. Voronkov A.V., Brazhnik E.A., Zagoruiko Yu.A., Shcherbin D.V. [Features of Preparing Students for Multi-event Programs of the GTO Complex]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2020, no. 10, pp. 58–60. (in Russ.)

10. Gilev G.A., Gladkov V.N., Vladykina V.V., Pleshakov A.A. [Increasing the Oxidative Capacity of Working Muscle Groups when Performing Anaerobic Exercises]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2018, no. 7, pp. 78–82. (in Russ.)

11. Gilev V.V., Vladykina E.V., Egorycheva E.V. et al. [Psychological and Pedagogical Approaches at the Pre-competition Stage of Training Athletes]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2022, no. 7, pp. 68–70. (in Russ.)

12. Gilev G.A., Vladykina V.V., Maksimov N.E., Pleshakov A.A. [Formation and Development of Sportsmanship with a Focus on Model Characteristics]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2018, no. 12, p. 31.

13. Isaev A.P., Zalyapin V.I., Shevtsov A.V. et al. Control and Regulating Mechanisms of a Special Functional Motor System in Athletes During the Multiyear Training Period. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 115–126. (in Russ.)

14. Filimonova S.I., Grachev A.S., Egorov D.E., Shcherbin D.V. [Increasing the Physical Fitness of Students Based on an Elective Course Using the CrossFit System]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2023, no. 6, pp. 71–73. (in Russ.)

15. Cherepanova I.O., Dunaev K.S., Nenashev A.I. Analysis of Competitive Activity of Figure Skaters at the Stage of Sports Specialization. *Human. Sport. Medicine*, 2022, vol. 22, no. 1, pp. 103–109. (in Russ.)

***Информация об авторах***

**Черепанова Ирина Олеговна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физического воспитания, Московский политехнический университет, Москва, Россия.

**Ненашева Анна Валерьевна**, доктор биологических наук, доцент, заведующая кафедрой теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

**Ушаков Александр Сергеевич**, ассистент кафедры теории и методики физической культуры и спорта; ассистент кафедры физического воспитания и здоровья, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

**Ненашев Александр Игоревич**, студент кафедры теории и методики физической культуры и спорта; ассистент кафедры физического воспитания и здоровья, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия.

***Information about the authors***

**Irina O. Cherepanova**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia.

**Anna V. Nenasheva**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Alexander S. Ushakov**, Assistant, Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport; Assistant, Department of Physical Education and Health, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

**Alexander I. Nenashev**, Undergraduate Student, Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport; Assistant, Department of Physical Education and Health, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia.

***Вклад авторов:*** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

***Contribution of the authors:*** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

***Статья поступила в редакцию 18.11.2023***

***The article was submitted 18.11.2023***