

ВТОРИЧНАЯ САРКОПЕНИЯ У ДЕТЕЙ, СТРАДАЮЩИХ ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Османов Э. А.

ГБУЗРК «Научно-исследовательский институт детской курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации», 297412, ул. Маяковского 6, Евпатория, Россия

Для корреспонденции: Османов Эрнест Ахтемович, ГБУЗРК «Научно-исследовательский институт детской курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации», e-mail: spaun55@mail.ru

For correspondence: Ernest A. Osmanov, Research institute of children's balneology, physiotherapy and medical rehabilitation, e-mail: spaun55@mail.ru

Information about author:

Osmanov E. A., <https://orcid.org/0000-0003-3022-0269>

РЕЗЮМЕ

Цель: разработка подходов к диагностике и двигательной реабилитации детей со спастической диплегией в условиях специализированного санатория со вторичной саркопенией. Материал и методы. У 45 детей с ДЦП выявлены патологические изменения, характеризующие изменения мышечной структуры в виде увеличения соединительнотканых элементов, жировой ткани. Полученные данные коррелировали с результатами ультразвукового исследования и биоимпедансометрии, ЭМГ. Пациентам, у которых выявлены явления вторичной саркопении было назначено дифференцированное лечение в условиях специализированного санатория. В ходе проведенного анализа была выделена целевая группа (ЦГ) из 13 детей, которым выполнили минимально инвазивную операцию с последующей реабилитационной программой. Сравнительная группа (ГС) включала 20 детей, в их реабилитацию входили процедуры многоканальной стимуляции мускулатуры тазовой области и нижних конечностей. Контрольная группа (КГ) состояла из 12 пациентов, прошедших курс санаторно-курортного лечения (СКУ). Результаты. В результате проведенного лечения отмечена положительная динамика в ГС. У больных ДЦП с явлениями вторичной саркопении фиксируется снижение амплитудно-частотных характеристик ЭМГ при максимальном сокращении мышц из-за нарушения центрального обеспечения органического генеза. Динамика в показателях биоимпедансометрии была статистически достоверной в ГС. Включение процедур активизирующих мышечную деятельность оказывает положительное влияние на деятельность ребенка, что подтверждается данными ЭМГ-исследования. Контрольное ультразвуковое исследование скелетных мышц у всех обследованных лиц не показало существенных изменений в структуре мышечных волокон после завершения терапии ($p > 0,05$). Отсутствие прогресса или регресса в морфологической картине мышц подтверждается статистически, указывая на то, что наблюдаемые вариации находятся в пределах случайной погрешности. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии значимого влияния проведенного лечения на состояние мышечной ткани на момент повторного обследования. Результаты биоимпедансного исследования констатировали достоверную положительную динамику в ГС ($p < 0,05$) в показателях: фазовый угол (ФУ), скелетно-мышечная масса (СММ). Изменение данных показателей свидетельствует о нарастании мышечной массы в организме. Заключение. Вторичная саркопения у детей с ДЦП требует формирования программы реабилитации. Подходы к назначению миорелаксантов, хирургического лечения должны учитывать морфологическое обеспечение функциональной активности мышцы. Физиотерапевтические процедуры должны активизировать формирование новых мышечных волокон, стимулировать гипертрофию действующих. Наиболее «быстрый» функциональный эффект дает многоканальная стимуляция, однако прологированный регенераторный эффект вызывают инвазивные физиотерапевтические методы.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, многоканальная стимуляция мышц, малоинвазивная фасциомиотомия, санаторно-курортное лечение, вторичная саркопения.

SECONDARY SARCOPENIA IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY: MODERN METHODS OF DIAGNOSIS AND MEDICAL REHABILITATION

Osmanov E. A.

Research institute of children's balneology, physiotherapy and medical rehabilitation, Evpatoria, Russia

SUMMARY

Goal: to develop approaches to diagnostics and motor rehabilitation of children with spastic diplegia in a specialized sanatorium with secondary sarcopenia. Material and methods. Pathological changes characterizing the reorganization of the muscle structure in the form of an increase in connective tissue elements and adipose tissue were revealed in 45 children with cerebral palsy. The obtained data correlated with the results of ultrasound examination and bioimpedancemetry, EMG. Patients with secondary sarcopenia were prescribed differentiated treatment in a specialized sanatorium. The analysis identified a target group (TG) of 13 children who underwent minimally invasive surgery followed by a rehabilitation program. The comparative group (GS) included 20 children, whose rehabilitation included procedures for multi-channel stimulation of the muscles of the pelvic region and lower extremities. The control group

(CG) consisted of 12 patients who underwent a course of sanatorium-resort treatment. Results. In patients with cerebral palsy with secondary sarcopenia, a decrease in the amplitude-frequency characteristics of the EMG is recorded during maximum muscle contraction due to a violation of the central regulation of organic genesis. The dynamics in the bioimpedance measurements was statistically significant in the GS. Thus, the inclusion of procedures activating muscle activity in the treatment has a positive effect on the child's activity, which is confirmed by the EMG study data. Control ultrasound examination of skeletal muscles in all examined individuals showed no significant changes in the structure of muscle fibers after completion of therapy ($p > 0.05$). The absence of progress or regression in the morphological picture of the muscles is confirmed statistically, indicating that the observed variations are within a random margin of error. The data obtained indicate that there was no significant effect of the treatment on the condition of the muscle tissue at the time of the repeated examination. The results of the bioimpedance study stated reliable positive dynamics in the GS ($p < 0.05$) in the following indicators: phase angle (PA), skeletal muscle mass (SMM). Changes in these indicators indicate an increase in muscle mass in the body. Conclusion. Secondary sarcopenia in children with cerebral palsy requires the formation of a special rehabilitation program. Approaches to the appointment of muscle relaxants, surgical treatment should take into account the morphological support of the functional activity of the muscle. Physiotherapeutic procedures should activate the formation of new muscle fibers, stimulate hypertrophy of the existing ones. The most «fast» functional effect is provided by multichannel stimulation, however, a prolonged regenerative effect is caused by invasive physiotherapeutic methods.

Key words: cerebral palsy, multichannel muscle stimulation, minimally invasive fasciotomy, spa treatment, secondary sarcopenia.

Последние десять лет стали периодом интенсивных исследований дистрофических изменений в мышцах детей с церебральным параличом (ДЦП), вызванных внедрением новых методов двигательной реабилитации, в частности робототехнических [2; 3; 9]. Нарастающее мышечное напряжение в области туловища провоцирует развитие вторичных патологических изменений на уровне миофибрилл. В результате, мышечные волокна утрачивают свою работоспособность, подвергаются атрофии и замещаются жировой и соединительной тканью [1; 4; 7-10]. На сегодняшний день не существует комплексных методов восстановительного лечения детей с ДЦП и спастической диплегией, которые могли бы эффективно ликвидировать стойкие ограничения движений в конечностях, восстановить мышечную структуру и раскрыть весь двигательный потенциал ребенка [2; 5; 6]. В связи с этим, актуальным становится изучение влияния разных реабилитационных методик на структурно-функциональную активность мышц нижних конечностей у пациентов с ДЦП, а также на развитие двигательных способностей детей с спастической диплегией. Такое исследование позволит повысить эффективность реабилитации детей с детским церебральным параличом, страдающих выраженными двигательными нарушениями.

Цель: изучить представленность вторичной саркопении у детей с детским церебральным параличом, разработать подходы к диагностике и медицинской реабилитации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данное исследование представляет собой проспективное, открытое когортное исследование с рандомизацией и контрольной группой. Прове-

дение работы осуществлялось в строгом соответствии с принципами Хельсинкской декларации, а также действующими законодательными и этическими нормами Российской Федерации и принципах GCP. Имеется одобрение комиссии по биоэтике Научно-исследовательского института детской курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации (заключение № 1 от 09.02.2020). В исследовании приняли участие 45 детей (мальчики и девочки) с диагнозом ДЦП, спастическая диплегия (согласно МКБ-10). Возраст пациентов варьировался от 8 до 14 лет (в среднем $11,4 \pm 1,9$ лет). В половом и возрастном аспектах исследовательские коллективы демонстрировали сходство. От всех родителей или официальных опекунов было получено заверенное документально согласие на участие в исследовании. Все принимающие участие в исследовании были разделены на три группы: основная группа (ОГ) (13 детей) – перенесли малоинвазивное хирургическое вмешательство с последующей реабилитацией; группа сравнения (ГС) (20 детей) – реабилитация включала многоканальную стимуляцию мышц таза и нижних конечностей; контрольная группа (КГ) (12 детей) – санаторно-курортное лечение. Для оценки биоэлектрической активности мышц и нервов применялась интерференционная электронейромиография (иЭНМГ) на комплексе «Нейро-МВП» («Нефрософт», Иваново). Анализировались изменения проводимости мышечных волокон нижних конечностей в симметричных областях. Данные иЭНМГ обрабатывались автоматически с использованием турн/амплитудного анализа (ТАА), определяющего соотношение числа поворотов на миограмме к их средней амплитуде (Атур), исключая повороты с амплитудой менее 100 мкВ.

Биоимпедансометрия выполнялась на аппарате АВС-01 «МЕДАСС» (ООО НТЦ Медасс) с оценкой динамики фазового угла (ФУ), скелетно-мышечной массы (СММ) и жировой массы (ЖМ) под влиянием лечения.

Для оценки состояния поперечнополосатой мышечной ткани применялись линейные ультразвуковые датчики (5-7,5 МГц). С помощью программного обеспечения УЗИ вычислялся индекс (ССХИ), отражающий степень сохранности поперечной исчерченности (в условных единицах). Индекс рассчитывался путем сравнения ультра-

сонограммы пациента с базой данных УЗИ здоровых лиц.

Статистический анализ проводился с использованием пакета STATISTICA v.6.0 (StatSoft Inc., USA). Для анализа независимых групп использовался t-тест Стьюдента. Различия между группами признавались статистически значимыми при уровне р-значения менее 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты начального инструментального осмотра сведены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение функциональной активности мышц у пациентов с ДЦП до и после курса лечения, согласно данным турн-амплитудного анализа поверхностной электромиографии, (M±m).

Table 1. Changes in the functional activity of muscles in patients with cerebral palsy before and after the course of treatment, according to the turn-amplitude analysis of surface electromyography, (M±m).

ЭМГ показатели	Латеральная головка икроножной мышцы голени (ЛИМ)		
	ОГ(n=13)	ГС(n=20)	КГ (n=12)
Чтур (1/сек)	230,68±0,96	238,59±0,45	234,04±0,52
	281,32±3,7 Δ	276,02±4,6 Δ *	242,38±2,80
Атур (мкВ)	285,63±3,1	277,59±4,3	294,78±4,21
	297,55±5,3 Δ	301,98±5,8 Δ *	306,00±3,16
Передняя большеберцовая мышца голени (ПБМ)			
Чтур (1/сек)	186,70±0,78	179,24±0,63	182,44±0,87
	199,64±4,1 Δ *	194,85±3,3 Δ *	186,36±1,09
Атур (мкВ)	282,75±4,7	296,49±5,8	287,62±4,1
	310,13±5,7 Δ	314,22±7,1 Δ *	289,29±3,83

Примечание: здесь и в таблицах 2,3 в числителе первичные показатели до лечения, в знаменателе – после лечения. Достоверность отличий до и после проведенного лечения: Δ - $p < 0,05$; в сравнении ОГ с аналогичными показателями КГ после лечения: * - $p < 0,05$; ОГ с показателями ГС после лечения: ■ - $p < 0,05$; ГС и КГ после лечения ° - $p < 0,05$.

Все сонографические данные пациентов с детским церебральным параличом и спастической диплегией были подвергнуты анализу с исполь-

зованием специализированного программного обеспечения (таблица 2). Результаты биоимпедансометрии представлены в таблице 3.

Таблица 2. Изменения ультразвуковых показателей, наблюдаемые в различных клинических группах после завершения курса лечения (M±m).

Table 2. Changes in ultrasound parameters observed in various clinical groups after completion of the course of treatment (M±m).

Ультразвуковые индексы, ССХИ (усл. ед.)	Больные ДЦП		
	ОГ(n=13)	ГС(n=20)	КГ (n=12)
Латеральная головка икроножной мышцы голени (ЛИМ)	534,30±2,77	533,37±2,51	535,62±2,61
	533,95±2,46	530,78±2,57	533,82±2,35
Длинная приводящая мышца бедра (ДПМ)	642,68±3,61	641,05±3,34	639,62±2,97
	639,52±2,94	639,95±3,36	641,24±1,85

ОБСУЖДЕНИЕ

Было выявлено, что инструментальные исследования указывают на наличие вторичной

саркопении у детей с ДЦП. Преобладание соединительной ткани над мышечной может быть обусловлено как разрастанием соединительнотканых элементов, так и атрофией мышечной ткани.

Таблица 3. Динамика показателей, в разных клинических группах после проведенного лечения при проведении биоимпедансного исследования, (M±m).
Table 3. Dynamics of indicators in different clinical groups after treatment during bioimpedance research, (M±m).

Показатель	ДЦП (n=45)		
	ОГ(n=13)	ГС(n=20)	КГ (n=12)
ЖМ	17,51±1,58	18,55±0,77	17,79±2,85
	17,51±1,58	17,51±1,58	17,51±1,58
СММ	11,87 ±0,37	12,94±0,49	12,92±0,49
	13,36 ±0,26	22,87 ±0,37 Δ*°	12,87 ±0,37
ФУ	5,72±0,05	5,31±0,12	5,67±0,11
	6,31±0,12	8,31±0,12 Δ*°	6,31±0,12

Это затрудняет формирование двигательных навыков из-за недостаточного объема мышц, обеспечивающих движения. Ограничения движений в конечностях зачастую не связаны со спастичностью, поэтому применение миорелаксантов неэффективно и может вызвать общее снижение мышечной силы. Хирургическое удлинение сухожилий, направленное на устранение контрактур, приводит к увеличению длины мышцы и еще большему снижению ее силы и динамической функции.

Предложенные методы лечения, такие как закрытая селективная фасциотиомия, стимулируют миосателлиты и рост новых миофибрилл. Многоканальная стимуляция способствует физиологической гипертрофии существующих волокон. Предполагается, что достигнутые результаты обусловлены восстановлением правильных анатомо-функциональных взаимосвязей в периартикулярных тканях за счет применения электростимуляции в сочетании с лечебной физкультурой, что способствует улучшению взаимодействия мышц-антагонистов. Это связано с нормализацией мышечного тонуса и уменьшением пареза мышц-антагонистов благодаря созданию правильных анатомо-функциональных взаимоотношений периартикулярных тканей на фоне электростимуляции и лечебной гимнастики. Контрольное ЭМГ исследование в контрольной группе не показало значимой положительной динамики, что может быть связано с кратковременностью пребывания в санатории и одновременным воздействием климато-бальнеологических процедур и искусственных факторов, приводящим к декомпенсации регуляторных механизмов и обострению сопутствующей патологии.

УЗИ мышечной ткани не выявило изменений в морфологии мышечного волокна после лечения. Однако биоимпедансный анализ показал положительную динамику в главной группе по фазовому углу и скелетно-мышечной массе, что свидетель-

ствует о росте мышечной массы. Отсутствие положительной динамики в других группах связано с отсутствием целенаправленной стимуляции гипертрофической регенерации. Закрытая селективная фасциотиомия стимулирует образование новых мышечных волокон, но клинические и инструментальные результаты могут проявиться позже. Для системного воздействия необходимо сочетание физиотерапевтических процедур, активизирующих формирование новых и гипертрофию существующих волокон.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вторичная саркопения у детей с ДЦП требует разработки специализированной программы реабилитации. Подходы к миорелаксантам и хирургическому лечению должны учитывать морфологическое состояние мышц. Физиотерапевтические процедуры должны стимулировать формирование новых и гипертрофию существующих мышечных волокон. Многоканальная стимуляция дает наиболее быстрый функциональный эффект, а инвазивные методы обеспечивают пролонгированный регенераторный эффект.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грицинская В. Л., Новикова В. П. Нутритивный статус пациентов с детским церебральным параличом (обзор и систематический анализ публикаций). Медицина: теория и практика. 2023;8(3):72-81. doi:10.56871/МТР.2023.68.48.007
2. Физическая и реабилитационная медицина при церебральном параличе у детей. Национальное руководство. Часть II. (под ред. Т. Т. Батышевой). М; 2021.
3. Гузева В. И. Гузева О. В. и др. Детский церебральный паралич. В книге: Руководство по педиатрии. Санкт-Петербург: 2021:14-20.

4. Завьялова А. Н., Новикова В. П., Яковлева М. Н. Саркопения у детей: лекция. Медицинский совет. 2024;18(1);8-16. doi:10.21518/ms2023-470.
5. Клочкова О. А., Куренков А. Л. Мышечная слабость и утрата двигательных навыков у пациентов с детским церебральным параличом. Вопросы современной педиатрии. 2020;19(2);107-115. doi:10.15690/vsp.v19i2.2103.
6. Титова О. Н., Таран Н. Н., Матинян И. А., Келейникова А. В., Павловская Е. В., Строкова Т. В. Показатели нутритивного статуса у детей с детским церебральным параличом в IV-V классах моторной активности GMFCS. Детская и подростковая реабилитация. 2021;44(1);30-39.
7. Григорьева И. И., Раскина Т. А., Летаева М. В. и др. Саркопения: особенности патогенеза и диагностики. Фундаментальная и клиническая медицина. 2019;4(4):105-116. doi:10.23946/2500-0764-2019-4-4-105-116.
8. Handsfield, G. G., Williams, S., Khuu, S. et al. Muscle architecture, growth, and biological Remodelling in cerebral palsy: a narrative review. BMC Musculoskelet Disord. 2022 Mar 10;23(1):233. doi:10.1186/s12891-022-05110-5.
9. Li C.W., Yu K., Shyh-Chang N. et al. Pathogenesis of sarcopenia and the relationship with fat mass: descriptive review J. Cachexia Sarcopenia Muscle. 2022;13(2):781-794. doi:10.1002/jcsm.12901.
10. Jeon I, Bang M. S., Lim J. Y., et al. Sarcopenia among Adults with Cerebral Palsy in South Korea PM R. 2019;11(12):1296-1301. doi:10.1002/pmrj.12134.

REFERENCES

1. Gricinskaya V. L., Novikova V. P. Nutritional status of patients with cerebral palsy (review and systematic analysis of publications). Medicine:

Theory and Practice. 2023;8(3):72-81. doi:10.56871/MTP.2023.68.48.007.

2. Physical and rehabilitation medicine for cerebral palsy in children. National guidelines. Part II. (eds. T. T. Batysheva). M.; 2021.

3. Guzeva V. I. Guzeva O. V., et al. Cerebral palsy. In the book: Handbook of pediatrics. St. Petersburg: 2021:14-20.

4. Zavyalova A. N., Novikova V. P., Yakovleva M. N. Sarcopenia in children: lecture. Medical Council. 2024;18(1);8-16. doi:10.21518/ms2023-470.

5. Klochkova O. A., Kurenkov A. L. Muscle weakness and loss of motor skills in patients with cerebral palsy. Issues of modern pediatrics. 2020;19(2);107-115. doi:10.15690/vsp.v19i2.2103.

6. Titova O. N., Taran N. N., Matinyan I. A., Keleynikova A. V., Pavlovskaya E. V., Strokovaya T. V. Nutritional status indicators in children with cerebral palsy in GMFCS motor activity classes IV-V. Child and adolescent rehabilitation. 2021;44(1);30-39.

7. Grigorieva I. I., Raskina T. A., Letaeva M. V., et al. Sarcopenia: features of pathogenesis and diagnostics. Fundamental and Clinical Medicine. 2019;4(4):105-116. doi:10.23946/2500-0764-2019-4-4-105-116.

8. Handsfield, G. G., Williams, S., Khuu, S. et al. Muscle architecture, growth, and biological Remodelling in cerebral palsy: a narrative review. BMC Musculoskelet Disord. 2022 Mar 10;23(1):233. doi:10.1186/s12891-022-05110-5.

9. Li C.W., Yu K., Shyh-Chang N. et al. Pathogenesis of sarcopenia and the relationship with fat mass: descriptive review J. Cachexia Sarcopenia Muscle. 2022;13(2):781-794. doi:10.1002/jcsm.12901.

10. Jeon I, Bang M. S., Lim J. Y., et al. Sarcopenia among Adults with Cerebral Palsy in South Korea PM R. 2019;11(12):1296-1301. doi:10.1002/pmrj.12134.