

УДК 376.2

DOI 10.5930/1994-4683-2026-2-168-175

Особенности периферической гемодинамики детей с церебральным параличом, занимающихся циклическими видами двигательной активности (на примере плавания и легкой атлетики)

Стоцкая Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск

Аннотация

Цель исследования – изучение особенностей периферической гемодинамики у детей со спастической диплегией, занимающихся циклическими видами спорта.

Методы и организация исследования. Обследованы 3 группы детей: дети, не посещающие дополнительные внеурочные физкультурно-оздоровительные занятия, дети, занимающиеся легкой атлетикой, и дети, занимающиеся плаванием. Все дети имели диагноз «Детский церебральный паралич: спастическая диплегия (G80.1)», первый функциональный класс по GMFCS. Оценивали показатели реовазографии при исследовании записей «бедро-голень», «плечо-предплечье», тонус мышц по шкале Эшворта, сила мышц и амплитуда движений в суставах по шестипалльным шкалам.

Результаты исследования и выводы. У детей со спастической диплегией периферическая гемодинамика верхних и нижних конечностей характеризуется повышенным сосудистым сопротивлением и нарушенной микроциркуляцией. При сравнении различных видов двигательной активности циклического характера по показателям реовазографии выявлены статистически значимые различия, указывающие на адаптацию периферической гемодинамики в работающих мышечных группах. У детей, занимающихся легкой атлетикой, обнаружена более эффективная микроциркуляция и более выраженный венозный отток, чем у детей, занимающихся плаванием.

Ключевые слова: адаптивное физическое воспитание, детский церебральный паралич, плавание, легкая атлетика, периферическое кровообращение, реовазография

Features of peripheral hemodynamics in children with cerebral palsy engaged in cyclic physical activities (a case study of swimming and athletics)

Stotskaya Elena Sergeevna, candidate of biological sciences, associate professor

Siberian state university of physical education and sport, Omsk

Abstract

The purpose of the study is to investigate the characteristics of peripheral hemodynamics in children with spastic diplegia who engage in cyclic sports.

Research methods and organization. Three groups of children were examined: children not attending additional extracurricular physical fitness and wellness activities, children engaged in track and field, and children participating in swimming. All children were diagnosed with 'Cerebral Palsy: Spastic Diplegia (G80.1),' classified as level I according to the GMFCS. Assessments included rheovasography indices for the 'thigh-calf' and 'shoulder-forearm' recordings, muscle tone using the Ashworth scale, muscle strength, and joint range of motion using six-point scales.

Research results and conclusions. In children with spastic diplegia, peripheral hemodynamics of the upper and lower limbs are characterized by increased vascular resistance and impaired microcirculation. A comparison of different types of cyclic motor activity using rheovasography indicators revealed statistically significant differences, indicating adaptation of peripheral hemodynamics in the working muscle groups. Children engaged in track and field exhibit more effective microcirculation and more pronounced venous outflow compared to children practicing swimming.

Keywords: adaptive physical education, cerebral palsy in children, swimming, athletics, peripheral circulation, rheovasography

Введение. Церебральный паралич был и остается наиболее распространенным заболеванием центральной нервной системы, вызывающим детскую инвалидность [1]. По данным К.Е. Моисеева с соавторами, распространенность ДЦП в России составляет 2,2–3,2 случая на 1000 новорожденных [2], то есть более 3000 детей по

всей стране. Основным клиническим проявлением являются нарушения опорно-двигательного аппарата, проявляющиеся в нарушении моторного онтогенеза, связанном с изменениями мышечного тонуса, наличием контрактур суставов и снижением мышечной силы паретичных конечностей, достаточно часто сопровождающиеся сопутствующей патологией в виде разнообразного поражения сенсорных систем и когнитивных функций. Нарушение моторики в разной степени приводит к снижению качества жизни не только самого ребенка, но и его семьи [3]. В связи с чем достаточно остро встает вопрос о коррекции имеющихся у ребенка с ДЦП двигательных нарушений. Учет необходимых средств для решения данной задачи обозначается в индивидуальной программе реабилитации, где обязательным пунктом является посещение физкультурно-оздоровительных занятий. Дополнительно наиболее часто в системе реабилитации и оздоровления детей с ДЦП назначается плавание. При этом наши исследования подчеркивают значимость легкой атлетики, в частности беговых дисциплин, в коррекции двигательных нарушений и улучшении функционального состояния опорно-двигательного аппарата у данной категории детей [4].

Любая физическая деятельность создает специфические требования к функциональному состоянию занимающегося. Особенно быстро реагирует сердечно-сосудистая система, которая первая адаптируется под изменяющиеся условия, первая дает ответную реакцию [5, 6]. В частности, M.J. Joyner, D.P. Casey (2015) подчеркивают, что адаптация системы кровообращения к физическим упражнениям обусловлена трансформацией сосудистого тонуса и гемодинамики [7]. D.R. Jr. Bassett, E.T. Howley (2000) отмечают, что вариативность мышечной деятельности при различных видах двигательной активности обуславливает перестройку кровообращения в работающих мышцах [8].

По данным Н.Л. Кузнецовой и О.Д. Давыдова (2012), у детей с церебральным параличом имеется изменение сосудистого русла паретичных конечностей [9]. В связи с чем значимым представляется изучение особенностей периферической гемодинамики у детей, занимающихся циклическими видами двигательной активности.

Цель исследования – изучение особенностей периферической гемодинамики у детей со спастической диплегией, занимающихся циклическими видами спорта.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось на кафедре теории и методики адаптивной физической культуры Федерального государственного университета физической культуры и спорта. Были обследованы 3 группы детей: первую группу составили дети, не посещающие дополнительные внеурочные физкультурно-оздоровительные занятия, они были отнесены к группе сравнения (n=30), вторую группу составили дети, занимающиеся легкой атлетикой (n=14), и третью – дети, занимающиеся плаванием (n=25). Все дети имели диагноз «Детский церебральный паралич: спастическая диплегия (G80.1)», согласно функциональной классификации ДЦП – GMFCS (Gross Motor Function Classification System – Система классификации больших моторных функций), у всех детей был первый функциональный класс. Средний возраст испытуемых составил 9 (7, 12) лет. Дети 2-й и 3-й группы посещали дополнительные внеурочные занятия 2 раза в неделю по 60 минут во второй половине дня, дети 2-й группы – занятия по легкой

атлетике, где занимались преимущественно общей физической подготовкой и беговыми упражнениями. 3-я группа – занятия по плаванию в бассейне.

Оценивалось функциональное состояние опорно-двигательного аппарата детей с помощью шкалы спастичности Эшворта (мышечный тонус) и шестибалльных шкал для оценки силы мышц и амплитуды движений.

Периферическая гемодинамика верхних и нижних конечностей изучалась с помощью реовазографии и проводилась с использованием программно-аппаратного комплекса «РЕО-СПЕКТР» (фирма «ООО Нейро-Софт», г. Иваново, Россия), проводилась запись «плечо-предплечье», «бедро-голень». Исследование проходило в стандартизированных условиях в состоянии физического покоя. Оценивались основные показатели: Ри, у.е. – реографический индекс, Zб, Ом – базовое сопротивление тела, V макс., Ом/с – максимальная скорость быстрого наполнения, V ср., Ом/с – средняя скорость медленного наполнения, ДИК, % – дикротический индекс, ДИА, % – диастолический индекс, ПВО, % – показатель венозного оттока.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы Статистика-10. Методами описательной статистики являлись медиана, 25 и 75 перцентили (Me (Q25;Q75)). Оценка различий в изучаемых группах проводилась методами непараметрической статистики сравнения (U – критерий Манна-Уитни) при достоверном уровне значимости $p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. Функциональное состояние опорно-двигательного аппарата у детей всех трех групп соответствовало клиническим проявлениям имеющегося у них диагноза и первому классу по шкале GMFCS. Показатели силы и тонуса мышц, амплитуды движений в суставах не имели статистически значимых различий между группами. Исследование мышечного тонуса выявило его увеличение преимущественно в нижних конечностях, в частности, в мышцах бедра, голени и стопы, оно составляло от 0 до 1 балла. В верхних конечностях повышенного мышечного тонуса в ходе исследования нами не выявлено. Сила мышц была снижена во всех конечностях, меньше всего в верхних (4-5 баллов), в нижних варьировалась от 3 до 5 баллов. Наибольшее снижение наблюдалось в области голени и стопы, также зафиксировано и ограничение подвижности тазобедренного (4-5 баллов), коленного (3-5 баллов), голеностопного (1-3 балла) суставов. Все исследуемые дети передвигались самостоятельно, но имели искажение походки в виде «утиной». В верхних конечностях выявлено незначительное снижение мышечной силы, преимущественно в области предплечья и кисти; нарушение подвижности в суставах не обнаружено. Полученные данные свидетельствуют об однородности исследуемых групп по уровню и функциональному состоянию опорно-двигательного аппарата, что позволяет интерпретировать полученные различия показателей периферической гемодинамики у исследуемой когорты детей именно как адаптацию к двигательной активности.

В целом, оценивая показатели реовазографии как верхних, так и нижних конечностей у детей со спастической диплегией, обращают на себя внимание отклонения от нормальных значений, особенно в области бедра и голени (табл. 1, 2). Полученные данные свидетельствуют о нарушениях микроциркуляции и сосудистой регуляции в паретичных нижних конечностях, что подтверждает данные, описанные в проведенных ранее исследованиях.

Сравнивая средние значения базового сопротивления тела (Zб) в области бедра на статистически значимом уровне, было выявлено увеличение показателей у

детей, занимающихся плаванием, по отношению к двум другим группам. При этом у детей, занимающихся легкой атлетикой, данный показатель в области голени имеет статистически значимо более низкие показатели по сравнению с детьми, не занимающимися спортом.

Анализ показателей объемного кровотока (РИ) выявил его превышение как в верхних, так и нижних конечностях у группы сравнения и детей, занимающихся плаванием. У детей, занимающихся легкой атлетикой, он был выше референсных величин в области предплечий и имел значения в пределах нормативных параметров в области бедра, голени и плеча. Следует подчеркнуть, что в этой группе детей реографический индекс в области левого бедра статистически значимо был ниже, чем у детей, занимающихся плаванием, что указывает на потенциальные различия в гемодинамике нижних конечностей у детей, занимающихся разными видами двигательной активности.

Таблица 1 – Показатели реовазографии верхних конечностей у детей со спастической формой церебрального паралича

показатели	Норм-е пары	Дети с церебральным параличом			
		не занимающиеся	занимающиеся легкой атлетикой	занимающиеся плаванием	
Область плеча					
Зб, Ом		Л	173,23 (142,08; 199,31)	145,01 (138,6; 193,3)	170,50 (147,25; 196,88)
		П	170,70 (155,00; 185,25)	142,61 (125,5; 191,5)	176,00 (146,5; 181,6) ³
РИ, у.е.	0,4-	Л	0,75 (0,32; 1,05)	0,56 (0,28; 1,08)	0,67 (0,54; 0,88)
	0,6	П	0,65 (0,42; 1,07)	0,46 (0,23; 1,42)	0,66 (0,41; 0,80)
АЧП, у.е.	0,5-	Л	1,06 (0,77; 1,38)	0,80 (0,39; 1,34)	0,90 (0,52; 1,53)
	0,75	П	0,96 (0,72; 1,60)	0,69 (0,28; 1,41)	0,89 (0,62; 1,17)
V _{макс} , Ом/с	1,3-	Л	1,28 (0,54; 2,06)	1,28 (0,57; 1,93)	1,14 (0,80; 1,72)
	2,3	П	1,18 (0,60; 1,54)	1,08 (0,41; 1,44)	0,89 (0,51; 1,48)
V _{ср} , Ом/с	0,3-	Л	0,73 (0,28; 1,09)	0,68 (0,25; 1,09)	0,48 (0,37; 0,77)
	0,5	П	0,53 (0,37; 0,64)	0,55 (0,28; 0,98)	0,43 (0,34; 0,72)
ДИК, %	35-	Л	58,39 (45,00; 106,88)	44,32 (26,18; 67,41)	55,82 (44,05; 70,88) ³
	48	П	66,00 (40,00; 79,20)	49,13 (39,22; 72,77)	59,26 (51,93; 98,00)
ДИА, %	45-	Л	64,31 (45,00; 98,03)	51,93 (39,03; 75,11) ¹	59,73 (41,55; 69,42)
	55	П	70,35 (55,47; 84,58)	67,36 (46,23; 92,55)	65,64 (55,35; 85,08)
Область предплечья					
Зб, Ом		Л	221,41 (162,00; 248,08)	193,25 (159,2; 209,4)	220,00 (183,0; 233,1)
		П	218,75 (170,00; 246,30)	172,12 (140,3; 237,3)	224,77 (196,68; 248,71)
РИ, у.е.	0,4-	Л	0,75 (0,55; 1,00)	0,70 (0,43; 1,15)	0,77 (0,55; 0,88)
	0,6	П	0,80 (0,37; 1,05)	0,89 (0,34; 0,92)	0,84 (0,65; 1,09)
АЧП, у.е.	0,8-	Л	1,03 (0,84; 1,35)	0,99 (0,55; 1,60)	0,93 (0,71; 1,36)
	1,2	П	1,27 (0,71; 1,63)	1,10 (0,60; 2,74)	1,31 (0,72; 1,70)
V _{макс} , Ом/с	1,3-	Л	1,32 (0,62; 1,72)	1,18 (0,82; 2,27)	1,21 (0,98; 1,90)
	2,3	П	1,54 (0,71; 2,11)	1,21 (0,71; 1,68)	1,74 (1,05; 2,12)
V _{ср} , Ом/с	0,3-	Л	0,78 (0,54; 0,96)	0,70 (0,37; 1,26)	0,72 (0,53; 1,05)
	0,5	П	0,90 (0,40; 1,29)	0,46 (0,36; 0,88)	0,82 (0,57; 1,09)
ДИК, %	35-	Л	56,82 (38,00; 91,34)	33,18 (22,61; 68,80) ¹	43,24 (16,48; 62,67)
	48	П	61,88 (42,74; 91,00)	52,00 (24,64; 90,03)	62,15 (40,86; 101,38)
ДИА, %	45-	Л	66,20 (55,16; 92,25)	44,21 (34,98; 62,72) ¹	57,50 (18,00; 77,51)
	55	П	73,94 (56,12; 94,00)	75,50 (42,78; 93,00)	75,48 (52,59; 105,41)

Условные обозначения:

¹ - статистически значимые различия по критерию Манна – Уитни при $p \leq 0,05$ между группой сравнения и детьми, занимающимися легкой атлетикой;

² - статистически значимые различия по критерию Манна – Уитни при $p \leq 0,05$ между группой сравнения и детьми, занимающимися плаванием;

³ - статистически значимые различия по критерию Манна – Уитни при $p \leq 0,05$ между группой детей, занимающимися легкой атлетикой, и группой детей, занимающихся плаванием.

Выделение «**жирным**» – выше нормативных значений, «*курсивом*» – ниже нормативных значений.

Таблица 2 – Показатели реовазографии нижних конечностей у детей со спастической формой церебрального паралича

показатели	Норм-е пар-ы	Дети с церебральным параличом			
		не занимающиеся	занимающиеся легкой атлетикой	занимающиеся плаванием	
Область бедра					
Zб, Ом		Л	133,69 (115,83; 169,18)	137,8 (96,8; 162,5) ¹	165,0 (144,0; 203,73) ²
		П	138,0 (116,54; 156,30)	145,4 (83,8; 168,9)	159,8 (138,9; 176,3) ^{1,5}
РИ, у.е.	0,25-0,4	Л	0,52 (0,35; 0,76)	0,39 (0,18; 0,92)	0,57 (0,32; 0,75)
		П	0,51 (0,40; 0,74)	0,27 (0,15; 0,89)	0,61 (0,38; 0,77)³
АЧП, у.е.	0,35-0,5	Л	0,77 (0,58; 1,03)	0,33 (0,14; 0,75)	0,92 (0,46; 1,21)³
		П	0,82 (0,53; 1,10)	0,23 (0,17; 0,83)	0,93 (0,86; 1,10)³
V _{макс} , Ом/с	1,3-2,3	Л	0,53 (0,39; 0,85)	0,42 (0,21; 1,17)	0,69 (0,43; 0,88)
		П	0,55 (0,47; 0,73)	0,25 (0,13; 1,03)	0,67 (0,48; 0,89)
V _{ср} , Ом/с	0,3-0,5	Л	0,28 (0,18; 0,45)	0,18 (0,11; 0,68)	0,32 (0,25; 0,46)
		П	0,29 (0,22; 0,42)	0,13 (0,07; 0,55)	0,39 (0,27; 0,48)
ДИК, %	30-45	Л	41,06 (28,18; 49,81)	44,1 (26,97; 113,11) ¹	43,18 (37,00; 55,05)
		П	48,14 (32,31; 55,00)	42,10 (29,43; 94,74)	35,48 (30,00; 47,83)
ДИА, %	34-43	Л	42,89 (32,04; 53,00)	36,34 (34,12; 78,61) ¹	44,53 (37,26; 53,69)
		П	51,31 (34,76; 60,70)	41,23 (39,32; 57,36)	41,10 (34,00; 48,49)
ЛВО, %	0-25	Л	23,00 (11,00; 31,00)	14,00 (5,00; 46,00)	20,00 (15,00; 33,00)
		П	25,00 (16,00; 37,00)	16,00 (7,00; 26,00)	22,00 (15,00; 32,00)
Область голени					
Zб, Ом		Л	223,15 (185,84; 245,88)	211,3 (179,9; 275,5) ¹	284,6 (225,0; 342,12)
		П	222,55 (174,00; 265,77)	196,1 (141,5; 261,6) ¹	261,7 (219,94; 311,77)
РИ, у.е.	0,65-1,0	Л	1,09 (0,66; 1,49)	0,91 (0,39; 1,39)	1,32 (0,70; 1,66)
		П	1,08 (0,68; 1,51)	0,80 (0,36; 1,39)	1,21 (0,71; 1,76)
АЧП, у.е.	0,8-1,2	Л	1,51 (1,19; 2,28)	1,04 (0,54; 1,62)	1,99 (1,34; 2,36)
		П	1,52 (1,22; 2,15)	0,84 (0,58; 1,27)	1,89 (1,50; 2,49)³
V _{макс} , Ом/с	1,3-2,3	Л	1,33 (0,96; 1,89)	1,19 (0,71; 2,18)	1,70 (0,91; 2,46)
		П	1,43 (0,96; 1,92)	1,01 (0,73; 2,13)	1,74 (1,09; 2,31)
V _{ср} , Ом/с	0,3-0,5	Л	0,73 (0,47; 1,01)	0,64 (0,45; 1,15)	0,92 (0,44; 1,20)
		П	0,78 (0,53; 1,00)	0,55 (0,30; 1,08)	0,93 (0,60; 1,37)
ДИК, %	30-45	Л	30,50 (16,00; 38,59)	27,59 (19,27; 68,10) ¹	25,27 (10,95; 35,00)
		П	32,25 (22,13; 43,72)	28,29 (20,50; 60,88) ¹	26,25 (17,04; 31,61)
ДИА, %	34-43	Л	37,08 (28,58; 45,36)	39,77 (32,21; 65,22) ¹	30,49 (15,10; 47,18)
		П	38,90 (29,00; 50,79)	41,11 (32,50; 55,84) ¹	37,01 (20,39; 41,68)
ЛВО, %	0-25	Л	14,00 (8,00; 22,00)	14,00 (1,00; 15,00)	16,00 (11,00; 34,00) ³
		П	12,00 (7,00; 23,00)	12,00 (2,00; 19,00)	16,00 (12,00; 29,00)

Условные обозначения

¹ - статистически значимые различия по критерию Манна – Уитни при $p \leq 0,05$ между группой сравнения и детьми, занимающимися легкой атлетикой;

² - статистически значимые различия по критерию Манна – Уитни при $p \leq 0,05$ между группой сравнения и детьми, занимающимися плаванием;

³ - статистически значимые различия по критерию Манна – Уитни при $p \leq 0,05$ между группой детей, занимающимися легкой атлетикой, и группой детей, занимающихся плаванием.

Выделение «жирным» – выше нормативных значений, «курсивом» – ниже нормативных значений.

Амплитудно-частотный показатель (АЧП), отражающий пульсовой объем крови в исследуемом сегменте, также был выше нормативных значений в группах детей, занимающихся плаванием, и в группе сравнения. Однако в группе детей, занимающихся легкой атлетикой, данный показатель имел значения чуть ниже нормативных параметров в области бедра и на статистически значимом уровне ниже, чем у детей, занимающихся плаванием, а в областях голени, плеча и предплечья правой конечности – в пределах нормы.

У всех трех групп детей выявлена сниженная заполняемость крупных артерий в области бедра, плеча и предплечья, а у детей, занимающихся плаванием и легкой атлетикой, дополнительно в области голени, о чем свидетельствовали показатели максимальной скорости медленного наполнения (V_{\max}), находившиеся ниже референсных. Дополнительно, по данным анализа показателей средней скорости медленного наполнения ($V_{\text{ср.}}$, Ом/с), наблюдался сниженный тонус средних и мелких сосудов и их заполняемость в области бедра, повышенный — в области плеча у детей, занимающихся легкой атлетикой, и детей группы сравнения, в области голени и предплечья — во всех трех группах.

Периферическое сосудистое сопротивление и сосудистый тонус на уровне прекапилляров в исследуемом сегменте оставались в пределах физиологической нормы в области бедра у всех трех групп, в области плеча — у детей, занимающихся плаванием, и группы сравнения, в области предплечья — у детей группы сравнения, на что указывал среднегрупповой показатель дикротического индекса (ДИК, %), находившийся в пределах нормативных параметров в описанных областях. Также выявлены статистически значимо низкие значения данного показателя в области голени и левого предплечья у детей, занимающихся легкой атлетикой, по сравнению с группой сравнения, и в области правого плеча по сравнению с детьми, занимающимися плаванием.

Показатели диастолического индекса (ДИА, %), характеризующие процесс оттока из артерий в вены и тонус венозных сосудов, главным образом на уровне посткапилляров, были выше нормативных параметров у детей, занимающихся плаванием, и группы сравнения в области бедра, плеча и предплечья. У детей, занимающихся легкой атлетикой, в пределах нормативных значений среднегрупповой показатель был в области бедра, левого плеча и предплечья. Стоит отметить, что он был ниже на статистически значимом уровне в области левой голени, левого плеча и предплечья у данной группы детей по сравнению с группой сравнения.

Показатели венозного оттока во всех исследуемых сегментах у детей всех трех групп находились в пределах нормативных параметров. При этом выявлены статистически значимо высокие показатели венозного оттока у детей, занимающихся плаванием, по сравнению с детьми, занимающимися легкой атлетикой.

Анализ полученных данных оценки функционального состояния у детей с церебральным параличом указывает на сложную взаимосвязь между состоянием мышечной системы и гемодинамическими показателями верхних и нижних конечностей. Изучая показатели реовазографии исследуемых групп, можно отметить, что наличие нарушения мышечной силы и мышечного тонуса в паретичных конечностях увеличивает базовое сопротивление тела, кровенаполнение и пульсовой объем крови, при этом отмечается уменьшение кровенаполнения магистральных артерий на фоне повышения тонуса артерий среднего и малого калибра, а также усиление их наполнения в систолу. Одновременно регистрируется снижение периферического сосудистого сопротивления и тонуса прекапиллярных сосудов. По мнению Кузнецовой Н.Л. и Давыдова О.Д. (2012), подобное изменение гемодинамических параметров является индикатором выраженной вазомоторной симпатикотонии, что рассматривается как проявление патологической сосудистой реакции [9].

Исследования показывают, что у детей, занимающихся легкой атлетикой, наблюдается более эффективный отток крови из артериального русла в венозное на уровне посткапиллярного звена и, соответственно, более выраженный венозный отток в сравнении с детьми, занимающимися плаванием. Полученные данные согласуются с данными, представленными Кирьяновой М.А. с соавторами (2010) [10]. В их работе, посвященной анализу реографических показателей у спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта, было установлено, что у пловцов среднегрупповые показатели венозного оттока были статистически значимо выше, чем у легкоатлетов.

Исходя из однородности исследуемых детей по состоянию опорно-двигательного аппарата, данные изменения обусловлены специфическими особенностями физической нагрузки на занятиях и адаптационными механизмами, характерными для определенной двигательной активности. Дальнейшие исследования необходимы для более глубокого понимания механизмов, определяющих эти различия, и разработки методических рекомендаций, направленных на оптимизацию гемодинамических показателей и улучшение функционального состояния детей с церебральным параличом.

Выводы. Наличие снижения мышечной силы и спастичности ассоциируется с изменениями в сосудистом русле, характеризующимися повышенным сосудистым сопротивлением и нарушенной микроциркуляцией у детей со спастической диплегией.

При сравнении различных видов двигательной активности циклического характера на показатели реовазографии выявляются существенные различия, указывающие на адаптацию периферической гемодинамики в работающих мышечных группах.

У детей, занимающихся легкой атлетикой, обнаружена более эффективная микроциркуляция и более выраженный венозный отток, чем у детей, занимающихся плаванием.

Список источников

1. Капустин А. Г., Ковязина Г. В., Газизова В. А. Коррекции движений детей с детским церебральным параличом средствами физической культуры и спорта. DOI 10.24412/2500-1000-2024-12-2-149-152 // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 12-2 (99). С. 149–152. EDN: PZDTBU.
2. Медико-социальные проблемы распространённости детского церебрального паралича (обзор литературы) / К. Е. Моисеева, Г. А. Сулова, А. А. Заступова, В. А. Глушенко [и др.]. DOI 10.24412/2312-2935-2024-5-907-924 // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2024. № 5. С. 908–924. EDN: TTTSNY.
3. Vitrikas K., Dalton H., Breish D. Cerebral Palsy: An Overview // Am Fam Physician. 2020. № 15. № 101 (4). P. 213–220. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32053326/> (дата обращения: 16.12.25).
4. Бикмухаметова Р. С., Стоцкая Е. С. Коррекция функциональных нарушений периферической гемодинамики и опорно-двигательного аппарата юных легкоатлетов с церебральным параличом // Адаптивная физическая культура. 2022. № 4 (92). С. 46–50. EDN: CIOBZE.
5. Состояние регионального кровообращения у спортсменов высокой квалификации / Е. Ю. Драгцев, А. Д. Викулов, А. А. Мельников, В. В. Алехин // Вестник спортивной науки. 2008. № 3. С. 32–35. EDN: JSKIOZ.
6. Особенности периферической гемодинамики юных спортсменов с детским церебральным параличом в зависимости от характера мышечной деятельности / А. Н. Налобина, Е. С. Стоцкая, И. Г. Таламова, А. О. Стоцкий. DOI 10.14529/hsm180210 // Человек. Спорт. Медицина. 2018. Т. 18, № 2. С. 109–118. EDN: XRAIDZ.
7. Joyner M. J., Casey D. P. Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs. DOI 10.1152/physrev.00035.2013 // Physiol Rev. 2015. № 95 (2). P. 549–601.

8. Bassett D. R. Jr., Howley E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. DOI 10.1097/00005768-200001000-00012 // *Med Sci Sports Exerc.* 2000. № 32 (1). P. 70–84.

9. Кузнецова Н. Л., Давыдов О. Д. Коррекция нарушений регионарного кровообращения у больных детским церебральным параличом с помощью криогенных технологий // *Гений ортопедии.* 2012. № 3. С. 139–141. EDN: PCBSMV

10. Кирьянова М. А., Калинина И. Н., Харитонов Л. Г. Реографические показатели спортсменов циклических видов спорта // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура.* 2010. № 24 (200). С. 125–128. EDN: MWJXGR.

References

1. Kapustin A. G., Kovyazina G. V., Gazizova V. A. (2024), “Correction of movements of children with cerebral palsy by means of physical culture and sports”, *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, No 12-2 (99), pp. 149–152, DOI 10.24412/2500-1000-2024-12-2-149-152.

2. Moiseeva K. E., Suslova G. A., Zatzova A. A., Glushchenko V. A. [et al.] (2024), “Medical and social problems of the prevalence of cerebral palsy (literature review)”, *Modern problems of health care and medical statistics*, No 5, pp. 908–924, DOI 10.24412/2312-2935-2024-5-907-924.

3. Vitrikas K., Dalton H., Breish D. (2020), “Cerebral Palsy: An Overview”, *Am Fam Physician*, No. 15, No 101 (4), pp. 213–220, URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32053326/> (accessed on: 16.12.25).

4. Bikmukhametova R. S., Stotskaya E. S. (2022), “Correction of functional disorders of peripheral hemodynamics and the musculoskeletal system of young athletes with cerebral palsy”, *Adaptive physical education*, No 4 (92), pp. 46–50.

5. Drattsev E. Yu., Vikulov A. D., Melnikov A. A., Alekhin V. V. (2008), “The state of regional blood circulation in highly qualified athletes”, *Bulletin of Sports Science*, No 3, pp. 32–35.

6. Nalobin A. N., Stotskaya E. S., Talamova I. G., Stotsky A. O. (2018), “Features of peripheral hemodynamics of young athletes with cerebral palsy depending on the nature of muscle activity”, *Man. Sports. Medicine*, V. 18, No. 2, pp. 109–118, DOI 10.14529/hsm180210.

7. Joyner M. J., Casey D. P. (2015), “Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs”, *Physiol Rev.*, No 95 (2), pp. 549–601, DOI 10.1152/physrev.00035.2013.

8. Bassett D. R. Jr., Howley E. T. (2000), “Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance”, *Med Sci Sports Exerc.*, No 32 (1), pp. 70–84, DOI 10.1097/00005768-200001000-00012.

9. Kuznetsova N. L., Davydov O. D. (2012), “Correction of regional circulatory disorders in patients with cerebral palsy using cryogenic technologies”, *Genius of orthopedics*, No 3, pp. 139–141.

10. Kiryanova M. A., Kalinina I. N., Kharitonov L. G. (2010), “Rheographic indicators of cyclic sports athletes”, *Bulletin of South Ural State University. Series: Education, Health, Physical Education*, No 24 (200), pp. 125–128.

Информация об авторе:

Стошкая Е.С., доцент кафедры теории и методики адаптивной физической культуры, ORCID: 0000-0003-3375-4581, SPIN-код: 1756-5147.

Поступила в редакцию 19.12.2025.

Принята к публикации 03.02.2026.