

ОСОБЕННОСТИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.Н. Налобина¹, Е.С. Стоцкая¹, И.Г. Таламова¹, А.О. Стоцкий²

¹Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск, Россия,

²Многопрофильный центр современной медицины «Евромед», г. Омск, Россия

Цель – выявить особенности периферической гемодинамики у юных спортсменов с детским церебральным параличом в зависимости от характера и условий тренировочной деятельности. **Материалы и методы.** 2 группы спортсменов: 1 группа – занимающиеся плаванием (8 человек), 2 группа – горными лыжами (7 человек). Все спортсмены имели диагноз «Детский церебральный паралич». Средний возраст составлял 13 ± 2 лет. Спортивный стаж испытуемых составлял от 2 до 5 лет. Проводили анализ медицинских карт, исследовали состояние опорно-двигательного аппарата (тонус и сила мышц, навык передвижения) и показатели реовазографии. **Результаты.** Поражение опорно-двигательного аппарата у юных спортсменов с детским церебральным параличом отражается на функциональном состоянии периферической гемодинамики, вызывая снижение объемного кровотока в области предплечий, скорости максимального и медленного кровенаполнения сосудов верхних и нижних конечностей. Состояние опорно-двигательного аппарата у юных спортсменов с детским церебральным параличом не имело достоверных различий и характеризовалось наличием сниженной силы и повышенного тонуса мышц преимущественно в нижних конечностях, наличием контрактур в голеностопных суставах. К особенностям периферической гемодинамики у юных горнолыжников с детским церебральным параличом относится увеличение тонуса и эластичности сосудов, базового сопротивления в нижних конечностях, у юных пловцов с детским церебральным параличом – увеличение объемного кровотока и базового сопротивления в области плеч и затруднение венозного оттока из нижних конечностей. **Заключение.** Различные условия тренировочной деятельности у юных пловцов и горнолыжников, имеющих детский церебральный паралич, вызывает разнонаправленную адаптацию показателей кровообращения в верхних и нижних конечностях. У детей и подростков с детским церебральным параличом также имеются особенности периферического кровообращения, вызванные поражением опорно-двигательного аппарата.

Ключевые слова: адаптивный спорт, детский церебральный паралич, спортивное плавание, горные лыжи, периферическое кровообращение, реовазография.

Актуальность. По данным Федеральной службы государственной статистики России, количество детей, имеющих детский церебральный паралич (ДЦП) [12], за последние 10 лет возросло более чем на 30 %. Причины возникновения данного заболевания многообразны, а проявления имеют разнообразные симптомы, полиморфны [14, 15, 20]. У детей наблюдаются задержка становления моторных навыков, связанных с нарушениями состояния мышечного тонуса и формирования рефлекторной деятельности, контрактуры суставов,

гиперкинезы и др. Практически у всех детей имеются сопутствующие заболевания опорно-двигательного аппарата (ОДА), дыхательной системы и вторичные отклонения в виде задержки физического и речевого развития, снижения уровня развития показателей физических качеств, социальная дезадаптация [16].

Несмотря на большое количество методик реабилитации детей с ДЦП [1, 20], адаптивный спорт становится все более популярным средством восстановления нарушенных функций [2, 10, 16]. Он также открывает широкие

возможности в социализации и интеграции юных спортсменов с ДЦП в современное общество [13].

Любая спортивная тренировка предъявляет особые требования к функциональному состоянию занимающегося, выводя его из системы равновесия. Сердечно-сосудистая система первая адаптируется под изменяющиеся условия, первая дает ответную реакцию на физическую нагрузку [5]. В свою очередь фактором адаптации системы кровообращения к физической нагрузке является изменение тонуса и кровотока сосудов [8]. Тренировочный процесс может осуществляться как в различных средовых условиях (уровень атмосферного давления, температура воздуха, воды, гравитация), так и иметь различный характер мышечной деятельности в зависимости от вида спорта [4]. Все это вызывает перестройки в системе кровообращения, которая является основным лимитирующим фактором работоспособности спортсмена.

Один из самых популярных видов адаптивного спорта является плавание [9]. Высокая специфичность плавательной тренировки связана с такими уникальными особенностями плавания, как горизонтальное положение тела в воде (в отличие от обычного вертикального положения при работе в наземных условиях), активация меньшей мышечной массы к преимущественной работе мышц верхнеплечевого пояса. Горизонтальное положение тела создает благоприятные условия для усиленного венозного возврата и соответственно для большого заполнения сердца во время диастолы [5, 17].

Совершенно иные требования предъявляет к организму юного спортсмена тренировочный процесс в горнолыжном спорте. Этот вид деятельности сейчас набирает свою популярность в связи с развитием горнолыжных курортов в России и высокой эффективностью данного вида спорта в реабилитации детей с ДЦП [7]. Соревновательная деятельность длится от десятков секунд до 2 минут. В связи с чем лучшего результата добивается тот спортсмен, который по ходу дистанции меньше тормозит, выбирает оптимальную траекторию движения общего центра массы. Соответственно, для выполнения виражей, прохождения тела между вешками по заданной трассе требуется проявление достаточно больших мышечных усилий ног и спины в статодинамическом режиме, что требует про-

явления спортсменом локальной мышечной выносливости. Энергетическая стоимость соревновательной деятельности не отличается рекордными значениями, однако, преимущественно статодинамический режим работы мышц (удержание позы, при постоянных вибрационных воздействиях на стопы спортсмена со стороны лыж и опорной поверхности) приводит к нарушению кровоснабжения мышц [11, 18].

Данные механизмы адаптации кровообращения описаны для здоровых взрослых спортсменов. Однако дети и подростки с ДЦП имеют особенности развития опорно-двигательного аппарата, что отражается на функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы [6]. В научно-методической литературе имеется ряд работ, посвященных оценке периферического кровообращения у детей с ДЦП в ходе реабилитационных мероприятий, но практически отсутствуют данные об особенностях периферической гемодинамики у юных спортсменов, имеющих детский церебральный паралич.

Цель исследования – выявить особенности периферической гемодинамики у юных спортсменов с детским церебральным параличом, в зависимости от характера и условий тренировочной деятельности.

Материалы, методы и организация исследования. Исследование проводилось на базах БУ «Спортивный комплекс «Юность» имени С.С. Бовкуна» г. Омска и ГБОУ школа № 584 Выборгского района «Озерки» г. Санкт-Петербург в 2015–2016 гг. Нами были обследованы 2 группы спортсменов, занимающиеся плаванием (1 группа – 8 человек) и горными лыжами (2 группа – 7 человек). Все спортсмены имели диагноз G80 «Церебральный паралич» и III группу инвалидности. Средний возраст спортсменов составлял 13 ± 2 лет. Спортивный стаж испытуемых составлял от 2 до 5 лет. Виды спорта выбраны с учетом специфики тренировочного процесса юных спортсменов в различных средовых условиях и характера мышечной деятельности. По 3 (38 %) пловца тренировались и соревновались в функциональном классе S-7 и S-9, по 1 (12 %) – SB-5 и S-2. Юные горнолыжники относились к функциональному классу LW-3.

Тренировочный процесс осуществлялся согласно программе тренировочных занятий, разработанной на основе Федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта

для лиц с поражением ОДА № 32011 от 17.04.14, а также директивным и нормативным документам, регламентирующим работу спортивных школ. Исследование проводилось в предсоревновательном периоде годового цикла тренировочного процесса.

Функциональное состояние спортсменов включало в себя мануальное тестирование, позволяющее исследовать мышечный тонус по шкале спастичности Эшворта и силу мышц – по Шестибалльной шкале (L.Mc. Peak, 1996; М. Вейсс, 1986), оценку способности к передвижению. Проводился анализ медицинских карт.

Исследование периферической гемодинамики проводилось на основе реовазографии (РВГ) в помещении с комфортной температурой в состоянии физического покоя. Техника наложения РВГ-электродов – продольная, по принципу «общего» электрода. Использовались ленточные электроды. Реограммы снимались с верхних и нижних конечностей по 2 режимам записи: «плечо-предплечье», «бедро-голень» в положении лежа с помощью программно-компьютерного комплекса «РЕО-СПЕКТР» (фирма «ООО Нейро-Софт», г. Иваново, Россия).

В группе показателей артериального притока исследовали: реографический индекс (Ри, у. е.), характеризующий величину и скорость притока (оттока) крови в исследуемой зоне; максимальная скорость быстрого наполнения (V_{\max} , Ом/с), характеризующий заполненность крупных артерий под влиянием ударного выброса сердца; средняя скорость медленного наполнения ($V_{\text{ср}}$, Ом/с), отражающая тонус средних и мелких артерий и их заполняемость кровью под влиянием ударного выброса сердца.

Среди показателей тонуса и эластичности сосудов анализировали: дикротический индекс (ДИК, %), показывающий периферическое сосудистое сопротивление и сосудистый тонус на уровне прекапилляров в исследуемом сегменте, и диастолический индекс (ДИА, %), характеризующий процесс оттока из артерий в вены и тонус венозных сосудов главным образом на уровне посткапилляров. Также анализировался показатель венозного оттока (ПВО, %) и базового сопротивления тела ($Z_{\text{базовое}}$, Ом).

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы Статистика-6. Методами вариационной статистики рассчи-

тывалось среднее значение и ошибка средней ($M \pm \sigma$). Оценка различий в изучаемых группах проводилась методами непараметрической статистики сравнения (U – критерий Манна-Уитни) при достоверном уровне значимости $p \leq 0,001$, $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Юные спортсмены с ДЦП имеют своеобразное функциональное состояние опорно-двигательного аппарата, связанное, прежде всего, с их заболеванием. Исследования в области лечения и реабилитации таких детей и подростков выявили особенности системы кровообращения в зависимости от тяжести заболевания. Последняя обусловлена наличием и выраженностью первичных и вторичных отклонений в развитии детей с ДЦП. В связи с этим возникла необходимость изучения не только состояния периферической гемодинамики, но и опорно-двигательного аппарата и сопутствующих заболеваний у юных спортсменов с ДЦП.

По данным анализа медицинских карт, помимо основного диагноза у детей имелась сопутствующая патология в виде заболеваний опорно-двигательного аппарата и сенсорных систем. Косоглазие, задержка речевого развития и дизартрия выявлена у 4 детей (50 %) 1-й группы и 2 (29 %) 2-й. У всех обследованных обнаружены выраженные контрактуры голеностопных суставов и по 4 ребенка (50 и 57 % 1-й и 2-й группы соответственно) – значительное ограничение подвижности тазобедренных суставов. Дисплазию тазобедренных суставов и плосковальгусные стопы имели 4 ребенка (50 %) 1-й группы и 3 (43 %) 2-й.

При мануальном тестировании у 3 детей (38 %) 1-й группы и 2 (29 %) 2-й наблюдалось снижение силы верхних конечностей и у всех – нижних. Средние значения исследования данного показателя по группам представлены в табл. 1.

Исследование мышечного тонуса выявило его увеличение у 4 спортсменов (50 %) 1-й группы и у 2 (29 %) 2-й группы в верхних конечностях, у 5 (63 %) 1-й группы и у 3 (43 %) 2-й группы в нижних конечностях. Средние значения показателя тонуса мышц представлены в табл. 2.

Исследование способности к передвижению выявило, что I степень нарушения имели 4 ребенка (50 %) 1-й группы и 3 (43 %) 2-й. Остальные дети (50 и 57 % 1-й и 2-й группы соответственно) ходили у опоры или с помо-

Восстановительная и спортивная медицина

щью вспомогательных технических средств, т. е. у них была выявлена II степень нарушения способности к передвижению.

Таким образом, состояние опорно-двигательного аппарата, наличие и выраженность сопутствующей патологии у юных спортсменов обеих групп не имели достоверных различий и не зависели от вида физической нагрузки в ходе тренировочной деятельности.

Сравнивая средние значения базового сопротивления тела на различных участках

конечности, мы обнаружили, что у юных горнолыжников с ДЦП показатели были выше в области нижних конечностей, а у юных пловцов с ДЦП – в области верхних конечностей. При этом исследования, проведенные Е.Ю. Дратцевым с соав. [3], выявили, что у здоровых высококвалифицированных спортсменов показатели базового сопротивления тела выше, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Исследование объемного кровотока магистральных артерий (РИ) у пловцов с ДЦП

Таблица 1
Table 1

Показатели мышечной силы у юных спортсменов с ДЦП (баллы)
Muscle strength parameters of young athletes with cerebral paralysis (scores)

Мышечные группы / Muscle groups		Группы / Groups	Конечности / Limbs	
			Правая / Right	Левая / Left
Мышцы плеча Arm muscles	Сгибающие Flexion	1	4,7 ± 0,17	4,4 ± 0,28
		2	4,7 ± 0,17	4,4 ± 0,28
	Разгибающие Extension	1	4,3 ± 0,17	4,3 ± 0,4
		2	4,3 ± 0,17	4,3 ± 0,4
Мышцы предплечья Forearm muscles	Сгибающие Flexion	1	4,9 ± 0,1	3,8 ± 1,4
		2	4,9 ± 0,1	4,6 ± 0,27
	Разгибающие Extension	1	4,3 ± 1,8	3,8 ± 1,4
		2	4,7 ± 0,1	4,4 ± 0,39
Мышцы бедра Hip muscles	Сгибающие Flexion	1	4,0 ± 1,4	4,3 ± 1,5
		2	3,4 ± 0,19	3,3 ± 0,3
	Разгибающие Extension	1	3,5 ± 1,1	4,0 ± 1,4
		2	4,1 ± 0,24	4,0 ± 0,28
Мышцы голени Shin muscles	Сгибающие Flexion	1	3,5 ± 1,1	4,0 ± 1,4
		2	3,6 ± 0,19	3,3 ± 0,26
	Разгибающие Extension	1	3,5 ± 1,1	4,0 ± 1,4
		2	3,7 ± 0,18	3,6 ± 0,27

Примечание. Здесь и в табл. 2: 1 – 1-я группа спортсменов (пловцы); 2 – 2-я группа спортсменов (горнолыжники).

Note. Here and in Table 2: 1 – 1st group of athletes (swimmers); 2 – 2nd group of athletes (mountain skiers).

Таблица 2
Table 2

Показатели мышечного тонуса у юных спортсменов с ДЦП (баллы)
Muscle tone parameters of young athletes with cerebral paralysis (scores)

Мышечные группы / Muscle groups		Группы / Groups	Конечности / Limbs	
			Правая / Right	Левая / Left
Мышцы плеча Arm muscles	Сгибающие Flexion	1	1,3 ± 1,0	0,8 ± 1,0
		2	0,3 ± 0,2	0,4 ± 0,3
	Разгибающие Extension	1	0,8 ± 0,7	1,5 ± 0,8
		2	0,1 ± 0,1	0,6 ± 0,4
Мышцы предплечья Forearm muscles	Сгибающие Flexion	1	0,8 ± 0,8	1,3 ± 1,0
		2	0,0 ± 0,0	0,4 ± 0,4
	Разгибающие Extension	1	1,0 ± 0,7	1,1 ± 0,8
		2	0,0 ± 0,0	0,3 ± 0,3
Мышцы бедра Hip muscles	Сгибающие Flexion	1	1,1 ± 1,0	1,4 ± 0,8
		2	0,6 ± 0,3	1,0 ± 0,5
	Разгибающие Extension	1	1,5 ± 0,7	1,0 ± 0,9
		2	0,7 ± 0,3	0,9 ± 0,4

выявило достоверное ($p \leq 0,01-0,05$) увеличение его интенсивности в области правого и левого плеча по сравнению с юными горнолыжниками. Основной движущей силой в воде является гребковая работа рук. Наблюдаемое нами увеличение кровообращения в области плеча у юных пловцов с ДЦП относится к адаптации периферической гемодинамики в определенных условиях их тренировочной деятельности. В то же время в обеих группах наблюдались низкие значения данного показателя в области предплечья.

Средние значения максимальной и медленной скорости кровенаполнения были резко снижены во всех исследуемых сегментах у спортсменов обеих групп и не имели достоверных различий. Снижение максимальной скорости кровенаполнения в конечностях рассматривается Н.Л. Кузнецовой и О.Д. Давыдовым [6] как патологическая реакция, наблюдающаяся у детей и подростков со спастическими формами ДЦП.

При исследовании тонуса и эластичности сосудов было выявлено, что показатели диастолического и дикротического индекса у юных горнолыжников с ДЦП были достоверно выше ($p \leq 0,01-0,05$) в области нижних конечностей, а ДИК еще и в области правого плеча и предплечья по сравнению с одноименными показателями у юных пловцов с ДЦП. Полученные данные свидетельствовали об увеличении периферического сосудистого сопротивления и сосудистого тонуса на уровне пре- и посткапилляров, а также затруднении оттока крови из артерий в вены. По данным Н.Л. Кузнецовой и О.Д. Давыдова [6], такое изменение сосудистого русла свидетельствует о выраженной вазомоторной симпатикотонии, которая характерна для детей с ДЦП и связана с гипертонусом мышц. По нашему мнению, высокие показатели данных индексов у юных спортсменов 2-й группы являлись следствием большой статодинамической работы нижних конечностей, что затрудняет отток крови из сосудов и также является адаптацией периферической гемодинамики у юных горнолыжников к определенным условиям тренировочного процесса.

Е.Ю. Дратцев с соав. [3] выявили у здоровых высококвалифицированных спортсменов снижение тонуса артериальных сосудов и интенсивный артериальный приток и интерпретировали как условия экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы и эффективную работу механизмов регионального

кровообращения. Нами получена противоположная парадоксальная реакция периферической гемодинамики у юных спортсменов с ДЦП. На фоне сниженной максимальной и медленной скорости кровенаполнения выявлено увеличение сосудистого тонуса. По-видимому, такие особенности состояния периферической гемодинамики у данного контингента связаны с наличием поражения опорно-двигательного аппарата.

Показатели венозного оттока были повышены в области бедер, левого плеча и правого предплечья у юных пловцов и достоверно выше ($p \leq 0,05$) в области правого бедра по сравнению с данным показателем у юных горнолыжников. Полученные данные свидетельствовали о затруднении венозного оттока у юных пловцов. Наши исследования согласуются с данными, представленными М.А. Кирьяновой с соавт. [4]. Исследуя реографические показатели спортсменов циклических видов спорта, они выявили, что значения венозного оттока у пловцов были достоверно выше, по сравнению с легкоатлетами, хотя и находились в пределах среднестатистических норм.

Проведенное исследование не обнаружило достоверных различий по наличию и выраженности первичных и вторичных отклонений в развитии юных пловцов и горнолыжников с ДЦП. По сопутствующей патологии, способности к передвижению, а также состоянию мышечного тонуса и силы, группы были однородны. Полученные результаты исследования позволяют трактовать достоверные различия в показателях реовазографии как адаптацию системы кровообращения к специфической физической нагрузке у юных спортсменов, находящихся в различных условиях тренировочного процесса. Так у юных горнолыжников нами выявлено увеличение тонуса и эластичности сосудов и базового сопротивления в нижних конечностях, что связано с преимущественной статодинамической работой мышц ног при спуске со склона. Отличительными особенностями периферической гемодинамики у юных пловцов с ДЦП является увеличение объемного кровотока и базового сопротивления верхних конечностей в связи с преимущественной работой мышц рук. Выявленное снижение объемного кровотока в области предплечий, скорости максимального и медленного кровенаполнения сосудов, по-видимому, является следствием наличия спастического пареза нижних конечностей у юных спортсменов с ДЦП.

Выводы

1. Специфическая мышечная деятельность, реализуемая в различных видах спорта, вызывает разнонаправленную перестройку механизмов периферического кровообращения у юных спортсменов с поражением опорно-двигательного аппарата.

2. К особенностям периферической гемодинамики у юных горнолыжников с ДЦП относится увеличение тонуса и эластичности сосудов, а также базового сопротивления нижних конечностей.

3. Особенности периферической гемодинамики у юных пловцов с ДЦП являются увеличение объемного кровотока и базового сопротивления в области плеч и затруднение венозного оттока из мышц бедер.

4. Поражение опорно-двигательного аппарата у юных спортсменов с ДЦП отражается на функциональном состоянии периферической гемодинамики, вызывая снижение объемного кровотока в области предплечий, скорости максимального и медленного кровенаполнения сосудов.

Литература

1. Адаптивная физическая культура в реабилитации детей с церебральным параличом: учеб. пособие. – М.: ГАОУ ВО МГПУ, 2017. – 88 с.

2. Брискин, Ю.А. Адаптивный спорт / Ю.А. Брискин, С.П. Евсеев, А.В. Передерий. – М.: Совет. спорт, 2010. – 316 с.

3. Дратцев, Е.Ю. Состояние регионального кровообращения у спортсменов высокой квалификации / Е.Ю. Дратцев, А.Д. Викулов, А.А. Мельников, В.В. Алехин // Вестник спортивной науки. – 2008. – <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-regionalnogo-krovoobrascheniya-u-sportsmenov-vysokoy-kvalifikatsii> (дата обращения: 04.11.17).

4. Кирьянова, М.А. Функциональное состояние системы кровообращения пловцов с учетом характера мышечной деятельности / М.А. Кирьянова, И.Н. Калинина // Омский науч. вестник. – 2011. – № 3 (98). – С. 147–150.

5. Коц, Я.М. Спортивная физиология: учеб. для институтов физ. культуры. – <http://bmsi.ru/doc/45c866cb-ec96-4e92-bdde-00e40b01a046> (дата обращения: 04.11.17).

6. Кузнецова, Н.Л. Коррекция нарушений регионального кровообращения у больных с детским параличом с помощью криогенных технологий / Н.Л. Кузнецова, О.Д. Давыдов //

Гений ортопедии. – № 3. – 2012. – <https://cyberleninka.ru/article/v/korreksiya-narusheniy-regionarnogo-krovoobrascheniya-u-bolnyh-detskim-tserebralnym-paralichom-s-pomoschyu-kriogennyh-tehnologiy> (дата обращения: 04.11.17).

7. Лыжи мечты. Программа эффективной реабилитации для людей с ДЦП и другими ограниченными возможностями здоровья с помощью занятий горными лыжами. – <http://dreamski.ru/about/> (дата обращения 01.03.18).

8. Орлов, Р.С. Нормальная физиология: учеб. / Р.С. Орлов, А.Д. Ноздрачев. – 2-е изд., испр. и доп. – 2010. – 832 с. – http://vmede.org/sait/?page=31&id=Fiziologija_orlov_2010&menu=Fiziologija_orlov_2010 (дата обращения: 04.11.17).

9. Панова, Н.А. Оценка эффективности занятий плаванием как средства коррекции двигательных нарушений детей с ДЦП среднего школьного возраста / Н.А. Панова, З.С. Варфоломеева // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. – № 6–4. – С. 133–136.

10. Рубцова, Н.О. Развитие двигательных способностей у юных спортсменов с ДЦП на начальном этапе спортивной подготовки на основе коррекции произвольных движений / Н.О. Рубцова, А.В. Рубцов // Нац. ассоциация ученых. – 2016. – № 17–1 (17). – С. 88–90.

11. Селуянов, В.Н. Контроль и физическая подготовка горнолыжников (методическое пособие) / В.Н. Селуянов, В.А. Рыбаков, М.П. Шестаков. – <https://mipt.ru/education/chair/sport/science/skiing/> (дата обращения: 01.03.18).

12. Федеральная служба государственной статистики. Заболеваемость населения по основным классам болезни. – http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/# (дата обращения: 01.03.18).

13. Чебан, И.Б. Влияние адаптивного спорта на социальную адаптацию инвалидов / И.Б. Чебан // Инновационные технологии в спорте и физическом воспитании: материалы V межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – М.: Центр соц. прогнозирования и маркетинга, 2016. – С. 351–355.

14. Ancel, P. Cerebral palsy among very preterm children in relation to gestational age and neonatal ultrasound abnormalities: The EPIPAGE

cohort study / P. Ancel, F. Livinec, B. Larroque et al. // *Pediatrics*. – Vol. 117, no. 3. – <http://pediatrics.aappublications.org/content/117/3/828.full.pdf+html?sid=fbab895d-3558-45c5-b75a-57476fa62703> (accessed 22.03.2018).

15. *Cerebral palsy and sports: adaptive sports, Paralympics, and the special Olympics cerebral palsy adaptive sports*. – <https://www.cerebralpalsyguidance.com/cerebral-palsy/living/sports/> (accessed 22.03.2018).

16. Kuban, K.C.K. An algorithm for identifying and classifying cerebral palsy in young children / K.C.K. Kuban, E.N. Allred, M. O'Shea et al. // *The Journal of Pediatrics*. – Vol. 153, no. 4. – [http://www.jpeds.com/article/S0022-3476\(08\)00280-1/fulltext](http://www.jpeds.com/article/S0022-3476(08)00280-1/fulltext) (accessed 22.03.2018).

17. Maglischo Ernest W. *Swimming fastest // Human Kinetics*. – 2003. – P.791.

18. *Nordic skiing biomechanics and physiology*. – https://www.researchgate.net/publication/259647166_Nordic_skiing_biomechanics_and_physiology (accessed 22.03.2018).

19. Novak, I. *Clinical prognostic messages from a systematic review on cerebral palsy / I. Novak, M. Hines, S. Goldsmith, R. Barclay // Pediatrics*. – 2012. – Vol. 130, no. 5. – <http://pediatrics.aappublications.org/content/130/5/e1285.full.pdf+html?sid=fbab895d-3558-45c5-b75a-57476fa6270> (accessed 22.03.2018).

20. Pakula, A.T. *Cerebral palsy: Classification and Epidemiology / A.T. Pakula, K. Van Naarden Braun, M. Yeargin-Allsopp // Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. – Vol. 20, no. 3. – <http://integraronline.com.br/admin/download/20100324235948.pdf> (accessed 22.03.2018).

Налобина Анна Николаевна, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой теории и методики адаптивной физической культуры, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта. 644009, Россия, г. Омск, ул. Масленникова, 144. E-mail: a.nalobina@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6574-1609.

Стоцкая Елена Сергеевна, доцент кафедры теории и методики адаптивной физической культуры, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, кандидат биологических наук. 644009, Россия, г. Омск, ул. Масленникова, 144. E-mail: elst1985@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3375-4581.

Таламова Ирина Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики адаптивной физической культуры, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта. 644009, Россия, г. Омск, ул. Масленникова, 144. E-mail: talairina@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-8041-1760.

Стоцкий Александр Олегович, врач функциональной диагностики, Многопрофильный центр современной медицины «Евромед». 644033 Россия, г. Омск, ул. Старозагородная Роща, 8. E-mail: alst1982@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7262-0530.

Поступила в редакцию 15 апреля 2018 г.

FEATURES OF PERIPHERAL HEMODYNAMICS IN YOUNG ATHLETES WITH INFANTILE CEREBRAL PALSY DEPENDING ON MUSCULAR ACTIVITY

A.N. Nalobina¹, a.nalobina@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6574-1609,
E.S. Stotskaya¹, elst1985@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3375-4581,
I.G. Talamova¹, talairina@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-8041-1760,
A.O. Stotsky², alst1982@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7262-0530

¹Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russian Federation,

²Multidisciplinary Center of Modern Medicine "Euromed", Omsk, Russian Federation

The aim of this article is to reveal features of peripheral hemodynamics in young athletes with infantile cerebral palsy, depending on the nature and conditions of training activity. **Research materials and methods.** We studied 2 groups of athletes: group 1 was engaged in swimming (8 persons); group 2 was engaged in mountain skiing (7 persons). All athletes have "cerebral palsy" diagnosis. The average age of participants is 13 ± 2 . Sports experience of the athletes ranges from 2 to 5 years. We analyzed medical records of the participants and examined their musculoskeletal system (strength and tone of muscles, movement skill) and rheovasography indicators. **Results.** The musculoskeletal system lesion of young athletes with cerebral palsy is reflected in the functional state of peripheral hemodynamics, causing a decrease of blood flow in forearms, as well as a decrease of maximum and slow blood circulation in the upper and lower limbs. The musculoskeletal system of the young athletes with cerebral paralysis had no significant differences and was characterized by reduced strength, increased muscle tone in the lower limbs and contractures in ankle joints. The features of peripheral hemodynamics in young mountain skiers with cerebral palsy include an increase of vascular tone and elasticity and improvement of basic resistance in the lower limbs. Young swimmers with cerebral paralysis demonstrate an increase in blood flow and basic resistance in the shoulder area and have some difficulties with venous outflow from the lower limbs. **Conclusion.** 1. Different training conditions of young swimmers and mountain skiers with cerebral palsy cause multidirectional adaptation of blood circulation rates in the upper and lower limbs. 2. Children and young people with cerebral palsy also have features of peripheral circulation caused by the lesion of the musculoskeletal system.

Keywords: adaptive sport, cerebral palsy, sport swimming, mountain skiing, peripheral blood circulation, rheovasography.

References

1. *Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura v reabilitatsii detey s tserebral'nym paralichom: Uchebnoye posobiye* [Adaptive Physical Culture in the Rehabilitation of Children with Cerebral Palsy. Textbook]. Moscow, GAOU VO MGPU Publ., 2017. 88 p.
2. Briskin Yu.A., Evseev S.P., Perederiy A.B. *Adaptivnyy sport* [Adaptive Sports]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2010. 316 p.
3. Drattsev E.Yu., Vikulov A.D., Mel'nikov A.A., Alekhin V.V. [The State of Regional Circulation in High-Qualified Athletes]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Herald of Sports Science], 2008. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-regionalnogo-krovoobrascheniya-u-sportsmenov-vysokoy-kvalifikatsii>. (accessed 04.11.17). (in Russ.)
4. Kir'yanova M.A., Kalinina I.N. [Functional State of the Circulatory System of Swimmers Taking Into Account the Nature of Muscular Activity]. *Omskiy nauchnyy vestnik* [Omsk Scientific Bulletin], 2011, no. 3 (98), pp. 147–150. (in Russ.)
5. Kots Ya.M. *Sportivnaya fiziologiya. Uchebnik dlya institutov fizicheskoy kul'tury* [Sports Physiology. Textbook for Institutes of Physical Culture]. Available at: <http://bmsi.ru/doc/45c866cb-ec96-4e92-bdde-00e40b01a046> (accessed 04.11.17).

6. Kuznetsova N.L., Davydov O.D. [Correction of Regional Circulatory Disorders in Patients with Infantile Paralysis with the Help of Cryogenic Technologies]. *Geniy ortopedii* [Genius of Orthopedics], 2012, no. 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/korreksiya-naruseniy-regionarnogo-krovoobrascheniya-u-bolnyh-detskim-tserebralnym-paralichom-s-pomoschyu-kriogennyh-tehnologiy> (accessed 04.11.17). (in Russ.)
7. *Lyzhi mechty. Programma effektivnoy reabilitatsii dlya lyudey s DTSP i drugimi ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya s pomoshch'yu zanyatiy gornymi lyzhami* [Ski Dreams. The Program of Effective Rehabilitation for People with Cerebral Palsy and Other Disabilities with the Help of Mountain Skiing]. Available at: <http://dreamski.ru/about/> (accessed 01.03.18).
8. Orlov R.S., Nozdrachev A.D. *Normal'naya fiziologiya: uchebnik* [Normal Physiology. Textbook]. 2nd ed. 2010. 832 p. Available at: http://vmede.org/sait/?page=31&id=Fiziologija_orlov_2010&menu=Fiziologija_orlov_2010 (accessed 04.11.17).
9. Panova N.A., Varfolomeyeva Z.S. [Assessment of the Effectiveness of Swimming Lessons as a Means of Correcting Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy of Secondary School Age]. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologiy* [Modern Trends in the Development of Science and Technology], 2016, no. 6–4, pp. 133–136. (in Russ.)
10. Rubtsova N.O., Rubtsov A.A. [Development of Motor Abilities in Young Athletes with Cerebral Palsy During the Initial Stage of Sports Training Based on the Correction of Involuntary Movements]. *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh* [National Association of Scientists], 2016, no. 17–1 (17), pp. 88–90. (in Russ.)
11. Seluyanov V.N., Rybakov V.A., Shestakov M.P. *Kontrol' i fizicheskaya podgotovka gornolyzhnikov (metodicheskoye posobiye)* [Control and Physical Training of Alpine Skiers (Methodical Manual)]. Available at: <https://mipt.ru/education/chair/sport/science/skiing/> (accessed 01.03.18).
12. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Zabolevayemost' naseleniya po osnovnym klassam bolezni* [Federal Service of State Statistics. Morbidity of the Population by Main Classes of the Disease]. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/# (accessed 01.03.18).
13. Cheban I.B. [Influence of Adaptive Sports on Social Adaptation of Disabled People]. *Innovatsionnyye tekhnologii v sporte i fizicheskoy vospitanii: Materialy V mezhtse regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Innovative Technologies in Sports and Physical Education. Materials of the V Interregional Scientific and Practical Conference with International Participation]. Moscow, 2016, pp. 351–355. (in Russ.)
14. Ancel P., Livinec F., Larroque B., Marret S., Arnaud C., Pierrat V., Kaminski M. Cerebral Palsy Among Very Preterm Children in Relation to Gestational Age and Neonatal Ultrasound Abnormalities: The EPIPAGE Cohort Study. *Pediatrics*, vol. 117, no. 3. Available at: <http://pediatrics.aappublications.org/content/117/3/828.full.pdf+html?sid=fbab895d-3558-45c5-b75a-57476fa62703> (accessed 22.03.2018).
15. Cerebral Palsy and Sports: Adaptive Sports, Paralympics, and the Special Olympics cerebral Palsy Adaptive Sports. Available at: <https://www.cerebralpalsyguidance.com/cerebral-palsy/living/sports/> (accessed 22.03.2018).
16. Kuban K.C.K., Allred E.N., O'Shea M., Paneth N., Pagano M., Leviton A. An Algorithm for Identifying and Classifying Cerebral Palsy in Young Children. *The Journal of Pediatrics*, vol. 153, no. 4. Available at: [http://www.jpeds.com/article/S0022-3476\(08\)00280-1/fulltext](http://www.jpeds.com/article/S0022-3476(08)00280-1/fulltext) (accessed 22.03.2018).
17. Maglischo E.W. Swimming Fastest. *Human Kinetics*, 2003. 791 p.
18. Nordic Skiing Biomechanics and Physiology. Available at: https://www.researchgate.net/publication/259647166_Nordic_skiing_biomechanics_and_physiology (accessed 22.03.2018).
19. Novak I., Hines M., Goldsmith S., Barclay R. Clinical Prognostic Messages from a Systematic Review on Cerebral Palsy. *Pediatrics*, 2012, vol. 130, no. 5. Available at: <http://pediatrics.aappublications.org/content/130/5/e1285.full.pdf+html?sid=fbab895d-3558-45c5-b75a-57476fa62703> (accessed 22.03.2018).

20. Pakula A.T., Van Naarden B.K., Yeargin-Allsopp M. Cerebral Palsy: Classification and Epidemiology. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, vol. 20, no. 3. Available at: [http:// integraronline.com.br/admin/download/20100324235948.pdf](http://integraronline.com.br/admin/download/20100324235948.pdf) (accessed 22.03.2018).

Received 15 April 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

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 // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 109–118. DOI: 10.14529/hsm180210

FOR CITATION

Nalobina A.N., Stotskaya E.S., Talamova I.G., Stotsky A.O. Features of Peripheral Hemodynamics in Young Athletes with Infantile Cerebral Palsy Depending on Muscular Activity. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 2, pp. 109–118. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180210
