

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ ЗРЕНИЯ

*М.В. Шайхелисламова¹, Н.Б. Дикопольская¹, Г.А. Билалова¹,
Ф.Р. Зотова^{2,3}, Ч.Р. Гараева¹*

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия,

²Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма,
г. Казань, Россия,

³Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

Целью исследования стало изучение особенностей гемодинамики слабовидящих детей в состоянии относительного покоя, после дозированной физической нагрузки, в условиях различных режимов двигательной активности. **Методы и материалы исследования.** В исследовании приняли участие девочки с нарушением зрения 7 и 8 лет, занимающиеся физической подготовкой по программе коррекционной школы (32 чел.), а также слабовидящие девочки, посещающие занятия по адаптивному плаванию (14 чел.). В качестве контрольной группы обследовались дети того же возраста без нарушения зрения (30 чел.). Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) проводилась по показателям насосной функции сердца, общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС) и артериального давления с использованием автоматизированного кардиопульмонологического комплекса REACARD, тонометра Omron M2 Basic. В качестве функциональной пробы применялась дозированная физическая нагрузка по Мартине – Кушелевскому. **Результаты.** Установлено, что в условиях относительного покоя у девочек с нарушением зрения по сравнению с контрольной группой отмечаются более низкие показатели артериального давления (АД) и ударного объема крови (УОК) в сочетании с увеличением частоты сердечных сокращений (ЧСС). Дозированная физическая нагрузка у слабовидящих девочек 8 лет вызывает еще большее снижение АД при отсутствии сдвига УОК и резком повышении ЧСС, в отличие от детей, занимающихся плаванием, у которых реакция ССС на физическую нагрузку носит более благоприятный характер и сопровождается увеличением УОК на фоне умеренного прироста ЧСС, АД и снижения ОПСС. **Заключение.** У слабовидящих девочек по сравнению с детьми из группы контроля отмечается более низкий уровень функционирования гемодинамики в состоянии относительного покоя, выявляется несформированность механизмов срочной адаптации к физическим нагрузкам динамического характера. Занятия по методике адаптивного плавания оказывают положительное тренирующее воздействие на ССС, повышают ее адаптационные возможности.

Ключевые слова: дети с нарушением зрения 7 и 8 лет, сердечно-сосудистая система, дозированная физическая нагрузка, адаптивное плавание.

Введение. Проблема двигательной активности и физического развития детей с нарушением зрения приобретает в современном обществе особую значимость в связи с широким развитием детского и юношеского спорта, возникновением потребности интеграции слабовидящих детей в систему спортивной подготовки, а также внедрением методик адаптивной физической культуры, призванной обеспечить реабилитацию детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья [1–2, 13, 18]. Анатомо-физиологические взаимосвязи между зрительной сенсорной системой и другими видами чувствительности

являются физиологической основой ориентации организма в пространстве, его адаптации к физическим нагрузкам [7, 20]. Нарушение зрения, сопровождающееся снижением зрительной афферентации, вызывает перестройку корковой нейродинамики, приводящей к ограничениям в освоении пространства и вторичным отклонениям в физическом развитии слабовидящих детей [12, 14, 19]. Бесспорно, что основной физиологической системой, лимитирующей адаптивные сдвиги при физических нагрузках, является ССС, наиболее чувствительная к экзо- и эндогенным воздействиям, характеризующаяся относительной

незрелостью и неустойчивостью ее нервной регуляции в детском возрасте [11]. Есть основания полагать, что у детей с нарушением зрения, развивающихся в условиях вынужденной гиподинамии, будут наблюдаться характерные функциональные сдвиги в системе кровообращения как в состоянии покоя, так и при мышечных нагрузках. Однако данные литературы, касающиеся особенностей гемодинамики слабовидящих детей, носят противоречивый и неоднозначный характер. По результатам одних авторов, у детей с нарушением зрения диапазон компенсаторных возможностей ССС снижен, при физических нагрузках у них наблюдается уменьшение УОК и ЧСС, снижение САД [4]. В ряде других исследований указывается на резкое повышение ЧСС, САД и ДАД, медленное восстановление показателей в процессе реституции [15, 17]. Большинство исследователей при этом сходятся во мнении, что у детей с патологией зрительного анализатора срочная адаптация ССС к физическим нагрузкам сопровождается гиперактивностью симпатического отдела вегетативной нервной системы, это расценивается, как компенсаторная реакция организма в условиях снижения потока зрительной информации [16]. Не исключается и влияние специфики заболевания, связанное с более поздним развитием парасимпатических механизмов регуляции системы кровообращения у слабовидящих детей [8]. Альтернативой гиподинамии являются систематические и рациональные физические нагрузки, призванные стимулировать биоэнергетические процессы организма, оказывать тренирующее воздействие на ССС, что имеет важное значение для детей с нарушением зрения, для которых физические нагрузки являются средством компенсации недостатков в их развитии [15, 21].

В связи с этим нами изучались особенности гемодинамики слабовидящих детей в условиях режима повышенной двигательной активности, а именно занятий плаванием по адаптивной методике, широко используемой как средство реабилитации детей с отклонениями в состоянии здоровья [2] и требующей физиологического обоснования ее эффективности.

Цель исследования: изучение особенностей гемодинамики слабовидящих детей в состоянии относительного покоя, после дозированной физической нагрузки, в усло-

виях различных режимов двигательной активности.

Методы и материалы исследования. Исследование проводилось на базе специализированной коррекционной общеобразовательной школы для детей с ограниченными возможностями здоровья г. Казани. В основную группу (ОГ) вошли девочки 7 и 8 лет, страдающие косоглазием, миопией, отслойкой сетчатки (оперированной), в количестве 32 человек. В качестве контрольной группы (КГ) были обследованы дети того же возраста без нарушения зрения (30 человек), обучающиеся в средней общеобразовательной школе. Отдельную группу составили слабовидящие дети 8 лет, занимающиеся физической подготовкой по методике адаптивного плавания на протяжении 2 лет (ГАП) – на базе спортивно-адаптивной школы г. Казани (14 человек). Занятия заключались в использовании игрового метода на воде и «на суше» с применением упражнений для развития гибкости, выносливости, равновесия и координации движений. Продолжительность занятий составила 30–60 мин, 2–3 раза в неделю в зависимости от этапа тренировочного процесса, индивидуальных особенностей ребенка и степени тяжести патологии зрительного анализатора [2].

Для исследования функционального состояния ССС использовался метод тетраполярной грудной реоплетизмографии с применением автоматизированного кардиопульмонологического комплекса REACARD, включающего аналого-цифровой преобразователь и компьютер. УОК рассчитывали по формуле Кубичека в модификации Ю.Т. Пушкаря с соавторами [5], которая позволяет более точно учитывать особенности конституции исследуемых путем введения в формулу значения средней окружности грудной клетки, компенсирующего таким образом изменения амплитуды дифференциальной реограммы. Минутный объем крови (МОК) рассчитывали как произведение УОК на ЧСС. При этом ЧСС определяли по кардиоинтервалограмме, записанной в одном из стандартных отведений. Общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) определяли по формуле Пуазейля [11]. Измерение артериального давления (АД) проводили аускультативным методом Н.С. Короткова в положении сидя с использованием тонометра Omron M2 Basic (HEM 7121-RU) с педиатрической манжетой, регистрировали систолическое артериальное

давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД) и среднее гемодинамическое артериальное давление (СГД). В качестве функциональной пробы использовали дозированную физическую нагрузку по Мартине – Кушелевскому – 20 приседаний за 30 с (2 приседания на 3 с), достаточно информативную и наиболее приемлемую для людей с низким уровнем физического развития и отклонениями в состоянии здоровья [3]. Параметры гемодинамики регистрировали до нагрузки в состоянии относительного покоя и после нее во всех исследуемых группах детей.

Статистическую обработку полученного материала проводили общепринятыми методами вариационной статистики с использованием программы Microsoft Exel Professional. Для оценки достоверности различий использовали Т-тест, основанный на t-критерии Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Анализ показателей гемодинамики выявил различия между девочками ОГ и КГ в состоянии относительного покоя, наиболее ярко выраженные в отношении показателей САД и ДАД, которые в группе слабовидящих детей на 4,61 и 4,50 мм рт. ст. ниже, чем у здоровых ($p < 0,05$) (рис. 1). Значения УОК и МОК практически не отличаются с незначительной тенденцией к снижению в группе слабовидящих девочек, при этом показатели ОПСС у них относительно выше и составляют $1462,60 \pm 59,44$ дин $\text{с}^{-1}\text{см}^{-5}$, тогда как в КГ данный параметр не превышает $1334,90 \pm 60,52$ дин $\text{с}^{-1}\text{см}^{-5}$. От 7 к 8 годам выявленные отличия между ОГ и КГ становятся еще более выраженными (рис. 2). С одной стороны, у детей с нарушением зрения

отмечается прогрессирующее снижение САД, ДАД и СГД с возрастом – на 11,07; 10,03 и 8,94 мм рт. ст. ($p < 0,05$), противоречащее возрастной динамике параметров ССС [6, 11], а с другой – достоверное снижение значений АД по сравнению с группой здоровых.

Появляются существенные различия в показателях насосной функции сердца, а именно более низкий уровень УОК ($p < 0,05$) и МОК у слабовидящих девочек в сочетании с увеличением ЧСС на 13,58 уд./мин по сравнению с контролем ($p < 0,05$). В данном случае снижение МОК вполне сопоставимо с повышением ОПСС, необходимым для поддержания сосудистого тонуса и АД и объясняется с точки зрения механизма саморегуляции кровообращения (рис. 2) [10].

Таким образом, у детей с нарушением зрения независимо от возраста отмечается более низкий уровень функционирования ССС в покое по сравнению со здоровыми, характеризующийся снижением показателей АД и УОК на фоне выраженной тахикардии. Это согласуется с данными других исследователей [4, 8], может быть связано с изначально низким уровнем их двигательной активности, приводящим к детренированности ССС, формированию состояния астении [9].

Реакция ССС на дозированную физическую нагрузку у детей с нарушением зрения имеет ярко выраженные возрастные особенности (рис. 3). Так, у слабовидящих девочек 7 лет имеет место достоверное повышение САД и ДАД, причем прирост ДАД более существенен и составляет 12,92 мм рт. ст. ($p < 0,05$). Это сочетается с увеличением ЧСС на 12,40 уд./мин ($p < 0,05$) при отсутствии

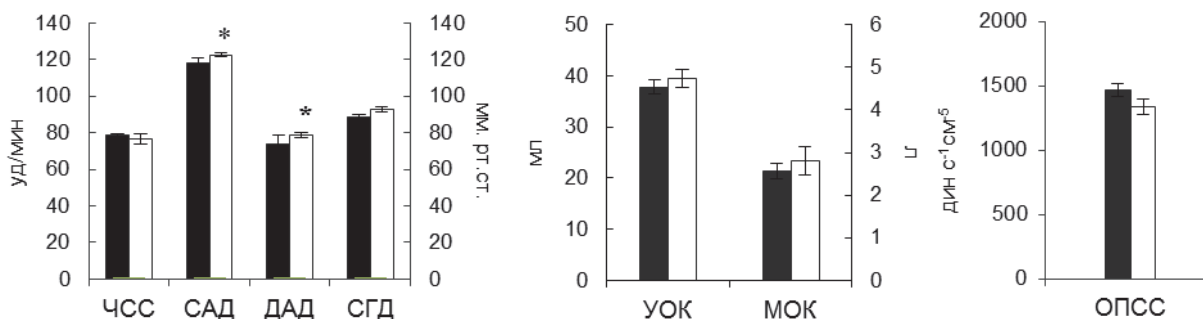


Рис. 1. Показатели гемодинамики слабовидящих и здоровых девочек 7 лет в состоянии относительного покоя:

* – различия значимо достоверны между слабовидящими и здоровыми девочками при $p < 0,05$;
 ■ – слабовидящие девочки; □ – здоровые девочки

Fig. 1. Hemodynamics in visually impaired and apparently healthy 7-year-old girls at rest:

* – differences are significant between visually impaired and apparently healthy girls at $p < 0.05$;
 ■ – visually impaired girls; □ – apparently healthy girls

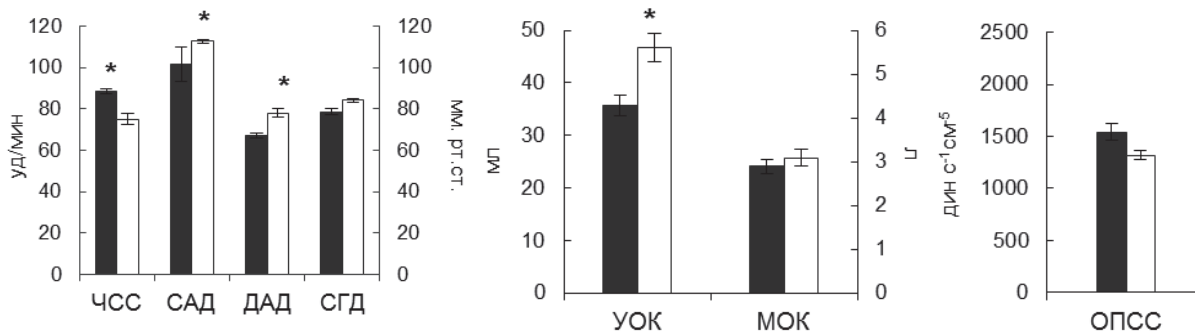


Рис. 2. Показатели гемодинамики слабовидящих и здоровых девочек 8 лет в состоянии относительного покоя:

* – различия значимо достоверны между слабовидящими и здоровыми девочками при $p < 0,05$;

■ – слабовидящие девочки; □ – здоровые девочки

Fig. 2. Hemodynamics in visually impaired and apparently healthy 8-year-old girls at rest:

* – differences are significant between visually impaired and apparently healthy girls at $p < 0.05$;

■ – visually impaired girls; □ – apparently healthy girls

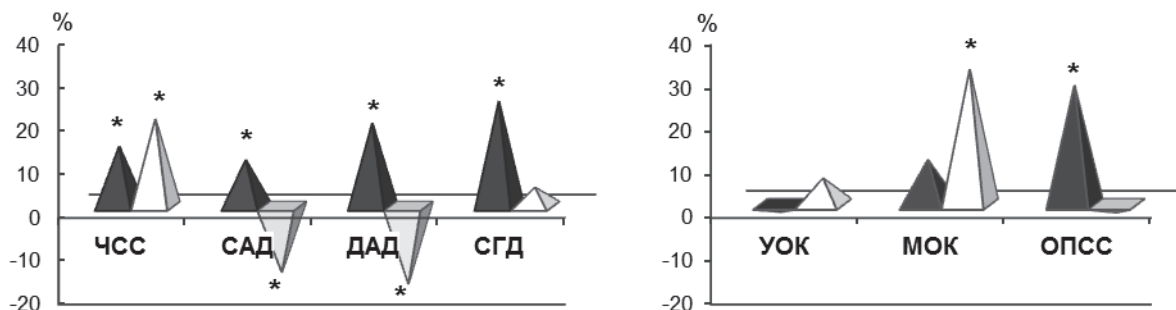


Рис. 3. Сдвиг показателей гемодинамики на дозированную физическую нагрузку у слабовидящих девочек 7 и 8 лет (в %):

* – различия значимо достоверны по сравнению с состоянием покоя при $p < 0,05$; ■ – 7 лет; □ – 8 лет

Fig. 3. Changes in hemodynamics in visually impaired girls aged 7-8 under exercise (%):

* – differences are significant compared to girls at rest at $p < 0.05$; ■ – 7 year olds; □ – 8 year olds

сдвига УОК. МОК имеет лишь тенденцию к росту (от $2,980 \pm 1,03$ до $3,081 \pm 1,40$ л) и обеспечивается, вероятно, за счет хронотропной реакции сердца.

Особого внимания заслуживает СГД как гемодинамическая константа, позволяющая судить о соответствии между сердечным выбросом и состоянием сосудистого тонуса [10]. В данном случае наблюдается увеличение СГД на $24,40$ мм рт. ст. ($p < 0,05$), что в сочетании с приростом ОПСС ($p < 0,05$) и особенно ДАД может указывать на усиление сосудистого компонента в обеспечении АД. Такая реакция расценивается как гиперсимпатикотоническая [6], которая на фоне исходной астении слабовидящих девочек 7 лет является крайне неэкономной, способной привести к быстрому истощению функциональных возможностей ССС.

К 8 годам, вероятно, в результате влияния статических факторов учебной деятельности, недостаточной двигательной активности сла-

бовидящих школьников явления астении усугубляются, наблюдающаяся реакция ССС на дозированную физическую нагрузку характеризуется как гипотоническая [3, 6], сопровождается снижением САД и ДАД на $15,65$ и $11,90$ мм рт. ст. ($p < 0,05$) при отсутствии сдвига УОК и увеличении ЧСС ($p < 0,05$). У детей КГ реакция гемодинамики имеет некоторые особенности и характеризуется незначительными сдвигами изучаемых показателей. Положительная динамика отмечается лишь в отношении САД и ЧСС ($p < 0,05$), тогда как СГД и ДАД остаются на донагрузочном уровне. Примечательно, что у здоровых школьников так же, как и у слабовидящих, отсутствует сдвиг УОК на нагрузку при увеличении ЧСС, что может указывать на возрастные особенности инотропной функции сердца девочек 7 и 8 лет и преобладание хронотропной реакции в ответ на физическую нагрузку динамического характера.

Особый интерес в наших исследованиях

Физиология

представляют слабовидящие дети, занимающиеся физической подготовкой по методике адаптивного плавания. Так, в условиях относительного покоя у них отмечаются более высокие значения САД, ДАД и СГД, превышающие показатели других слабовидящих детей 8 лет на 12,64; 8,70 и 9,84 мм рт. ст. ($p < 0,05$) (рис. 4).

Вместе с тем значения УОК и МОК в обеих группах независимо от режима двигательной активности находятся на одном уровне и не превышают $44,57 \pm 1,68$ мл и $3,59 \pm 2,30$ л соответственно, что, вероятно подтверждает сделанный ранее вывод о проявлении возрастных особенностей насосной функции сердца у девочек 7 и 8 лет. Яркие различия между детьми ОГ и ГАП выявляет функциональный нагрузочный тест (рис. 5).

Так, у детей, занимающихся плаванием, отмечается умеренное увеличение ЧСС на

8,98 уд./мин ($p < 0,05$), повышение САД ($p < 0,05$) при незначительном снижении ДАД и стабилизации СГД. При этом мы видим существенный прирост УОК и МОК на 13,26 мл и 1,238 л ($p < 0,05$) и достоверное снижение ОПСС на $237,75$ дин $\text{с}^{-1}\text{см}^{-5}$, в отличие от других слабовидящих детей 8 лет, у которых реакция ССС не сопровождается положительными сдвигами ее показателей (за исключением скачка ЧСС), что было описано выше (см. рис. 3). Таким образом, реакция ССС на дозированную физическую нагрузку у детей с нарушением зрения, занимающихся плаванием, может характеризоваться как благоприятная и сбалансированная, на что указывает повышение роли инотропной функции сердца в обеспечении МОК, а также проявление механизма саморегуляции кровообращения – увеличение пропускной способности прекапилляров при возрастании объема циркулирующей

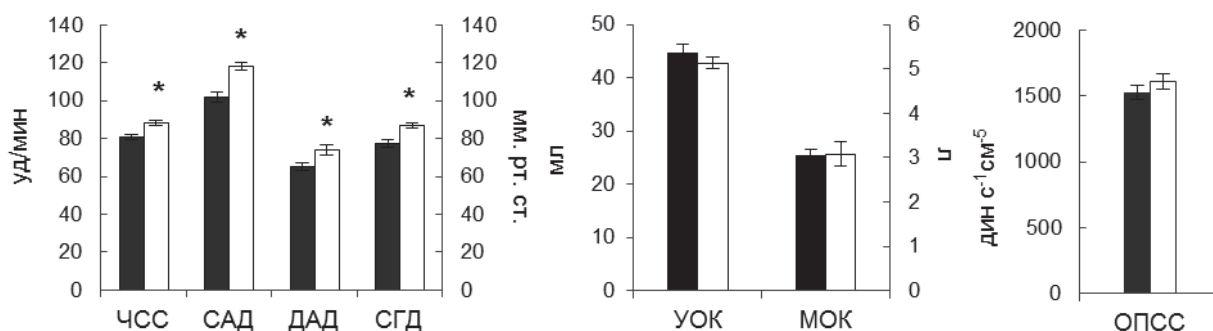


Рис. 4. Показатели гемодинамики слабовидящих детей основной группы и группы адаптивного плавания 8 лет:
* – различия значимо достоверны между слабовидящими детьми основной группы и группы адаптивного плавания при $p < 0,05$; ■ – основная группа; □ – группа адаптивного плавания

Fig. 4. Hemodynamics in visually impaired 8-year-old children of the main group and the adaptive swimming group:
* – differences are significant between visually impaired children of the main group and the adaptive swimming group at $p < 0,05$;
■ – main swimming group; □ – adaptive swimming group

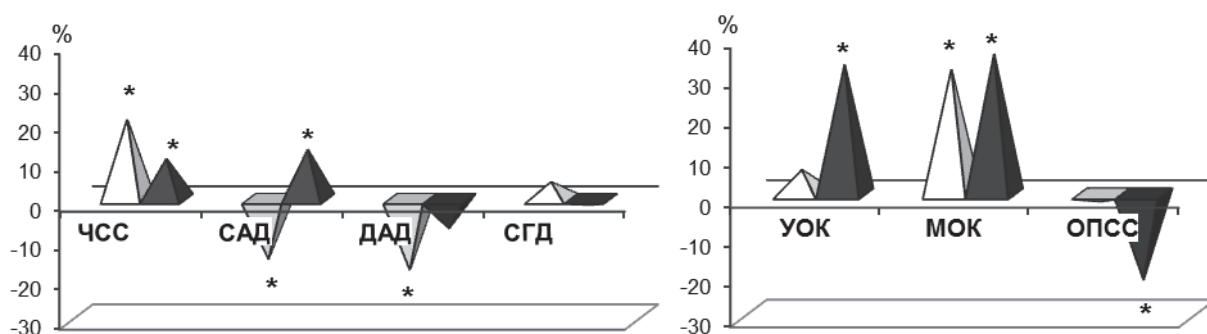


Рис. 5. Сдвиг показателей гемодинамики на дозированную физическую нагрузку у слабовидящих детей 8 лет основной группы и группы адаптивного плавания (в %):

* – различия значимо достоверны по сравнению с состоянием покоя $p < 0,05$;

■ – основная группа; □ – группа адаптивного плавания

Fig. 5. Changes in hemodynamics in visually impaired 8-year-old children of the main group and the adaptive swimming group under exercise (%):

* – differences are significant compared to children at rest at $p < 0.05$;

■ – main swimming group; □ – adaptive swimming group

крови (снижение ОПСС при повышении МОК и как результат – стабилизация СГД).

Заключение. Проведенное исследование показало, что нарушение зрительного анализатора оказывает влияние на функциональные и адаптационные возможности ССС детей 7 и 8 лет. У слабовидящих девочек по сравнению с детьми из группы здоровых отмечается более низкий уровень функционирования гемодинамики в состоянии относительного покоя – уменьшение показателей АД и УОК при выраженной тахикардии. Выявляется несформированность механизмов срочной адаптации ССС к физическим нагрузкам динамического характера, проявляющаяся в снижении САД и ДАД на фоне подъема ЧСС и отсутствия сдвига УОК.

Занятия по методике адаптивного плавания повышают приспособительные возможности ССС детей с нарушением зрения – срочная адаптация к дозированной физической нагрузке сопровождается у них увеличением сердечного выброса в сочетании с умеренным приростом ЧСС и САД, достоверным снижением ОПСС и стабилизацией СГД, что указывает на сбалансированность хроно- и инотропного компонента в обеспечении насосной функции сердца и проявление гемодинамического механизма саморегуляции кровообращения. Таким образом, занятия плаванием оказывают положительное тренирующее воздействие на ССС и могут рекомендоваться в качестве альтернативной программы физической подготовки слабовидящих школьников.

Литература

1. Абашидзе, А.Х. *Международно-правовые основы защиты прав инвалидов* / А.Х. Абашидзе, В.С. Маличенко // *Мед.-соц. экспертиза и реабилитация*. – 2014. – № 1. – С. 32–36.
2. Бегидова, Т.П. *Комплексная реабилитация инвалидов, лиц с ограниченными возможностями здоровья: моногр.* / Т.П. Бегидова. – Воронеж: Воронеж. гос. пед. ун-т, 2016. – 232 с.
3. Буйкова, О.М. *Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре* / О.М. Буйкова, Г.М. Булнаева. – Иркутск, 2017.
4. Павлова, Т.В. *Изучение реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку у школьников в возрасте 11–14 лет с патологией зрения* / Т.В. Павлова, Н.Б. Пиль-

кевич В.В. Дычко // *Мед. вестник Юга России*. – 2017. – № 1. – С. 70–74.

5. Пушкарь, Ю.Т. *Автоматизированное определение минутного объема крови методом реографии* / Ю.Т. Пушкарь, А.А. Цветкова, Г.И. Хеймец // *Бюл. Всесоюз. кардиол. науч. центра АМН СССР*. – 1980. – № 1. – С. 45.

6. Спивак, Е.М. *Особенности вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы при первичной артериальной гипертензии у подростков* / Е.М. Спивак, Н.В. Печникова // *Ярослав. пед. вестник*. – 2012. – Т. 3, № 3. – С. 155.

7. Тинькова, Е.А. *Анатомо-физиологические и нейропсихологические основы обучения и воспитания детей с нарушением зрения* / Е.А. Тинькова, Г.Ю. Козловская. – Ставрополь: Изд-во СГПИ, 2009. – 137 с.

8. Шарипова, Л.Х. *Состояние функции внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы у здоровых и детей с нарушением зрения* / Л.Х. Шарипова, М.С. Орзиева // *Биология и интегративная медицина*. – 2018. – № 2. – С. 6–9.

9. Шибкова, В.Г. *Гипокинезия и ее влияние на организм* / В.Г. Шибкова, И.В. Алешин // *Вопросы современной науки и практики*. – 2015. – № 1. – С. 145–154.

10. Яковлев, Г.М. *Типы кровообращения здорового человека: Нейрогуморальная регуляция минутного объема кровообращения в условиях покоя. 1. Гиперкинетический тип* / Г.М. Яковлев, В.А. Карлов // *Физиология человека*. – 1992. – Т. 18. – № 6. – С. 86.

11. *Age changes of parameters of the cardiovascular system in children with violation* / M.V. Shaykhelislamova, N.B. Dikopolskaya, G.A. Bilalova et al. // *Drug Invention Today*. – 2018. – Vol. 10. – No. 2. – P. 2972–2976.

12. *Akınođlu, B. Determination of physical fitness level in children with hemiparetic and diparetic cerebral palsy* / B. Akınođlu, K. Nezire // *Turkish J Physiother Rehabil*. – 2018. – No. 29. – P. 11–18.

13. *Audio motor training improves mobility and spatial cognition in visually impaired children* / Giulia Cappagli, Sara Finocchietti, Elena Cocchi, Giuseppina Giammari, Roberta Zumiani, Anna Vera Cuppone, Gabriel Baud-Bovy, Monica Gori // *Sci Rep*. – 2019. – Vol. 9 (1). – P. 3303.

14. *Demirturk, F. Physical Education Lessons and Activity Status of Visually Impaired and Sighted Adolescents* / Funda Demirturk, Mustafa

Kaya // Med Sci Monit. – 2015. – No. 21. – P. 3521–3527.

15. *Effects of physical exercise on macular vessel density and choroidal thickness in children / Shufeng Li, Yiguo Pan, Jingjing Xu et al. // Sci Rep. – 2021. – Vol. 21, No. 11 (1). – P. 2015.*

16. *Karakoc, O. Muscle strength and flexibility without and with visual impairments judoka's / O. Karakoc // Int Educ Stud. – 2016. – No. 9. – P. 12–17.*

17. *Karakoc, O. The investigation of physical performance status of visually and hearing impaired applying judo training program / O. Karakoc // J Educ Train Stud. – 2016. – No. 4. – P. 10–17.*

18. *Mental Health Status and Related Factors Among Visually Impaired Athletes / Yasuko Kohda, Takafumi Monma, Maki Yamane, Toshihito*

Mitsui, Kayoko Ando, Subrina Jesmin, Fumi Takeda // J. Clin. Med. Res. – 2019. – Vol. 11 (11). – P. 729–739.

19. *Physical activity, visual impairment, and eye disease/ Sharon R Ong, Jonathan G Crowston, Paul D Loprinzi, Pradeep Y Ramulu // Eye (Lond). – 2018. – Vol. 32 (8). – P. 1296–1303.*

20. *Sadowska, D. Assessment of Physical Activity of People with Visual Impairments and Individuals who Are Sighted Using the International Physical Activity Questionnaire and Actigraph / Dorota Sadowska, Justyna Krzepota // Journal of Visual Impairment & Blindness. – 2015. – Vol. 109(2). – P. 119–129.*

21. *The Effect of Physical Exercise on the Retina and Choroid / Irén Szalai, Fanni Pálya, Anita Csorba et al. // Klin Monbl Augenheilkd. – 2020. – Vol. 237 (4). – P. 446–449.*

Шайхелисламова Мария Владимировна, доктор биологических наук, профессор, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420021, г. Казань, ул. Карла Маркса, 76. E-mail: marishaih2502@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4210-2024.

Дикопольская Наталья Борисовна, кандидат биологических наук, доцент, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420021, г. Казань, ул. Карла Маркса, 76. E-mail: bettydn@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4093-2123.

Билалова Гульфия Альбертовна, кандидат биологических наук, доцент, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420021, г. Казань, ул. Карла Маркса, 76. E-mail: g.bilalova@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2864-0205.

Зотова Фируза Рахматулловна, доктор педагогических наук, профессор, Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 420010, г. Казань, Деревня Универсиады, 35; Казанский государственный медицинский университет. 420012, г. Казань, ул. Булгера, 49. E-mail: zfr-nauka@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8711-8807.

Гараева Чулпан Рафисовна, аспирант кафедры охраны здоровья человека, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420021, г. Казань, ул. Карла Маркса, 76. E-mail: chulpan-936@mail.ru.

Поступила в редакцию 7 апреля 2021 г.

FEATURES OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AND ITS ADAPTATION TO PHYSICAL STRESS IN CHILDREN WITH VISUAL IMPAIRMENT

M.V. Shaykhelislamova¹, marishaih2502@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4210-2024,
N.B. Dikopolskaya¹, bettydn@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4093-2123,
G.A. Bilalova¹, g.bilalova@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2864-0205,
F.R. Zotova^{2,3}, zfr-nauka@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8711-8807,
Ch.R. Garaeva¹, chulpan-936@mail.ru

¹Kazan (Volgaregion) Federal University, Kazan, Russian Federation,

²Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russian Federation,

³Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

Aim. The aim of the paper was to study the features of hemodynamics in visually impaired children at rest, after limited physical activity, and in different modes of physical activity. **Materials and methods.** The study involved visually impaired girls aged 7-8 and engaged in physical activity according to the program of a special school (n = 32) and visually impaired girls involved in adaptive swimming (n = 14). Children of the same age without visual impairment (n = 30) were examined as a control group. The functional state of the cardiovascular system was assessed according to the indicators of the pumping function of the heart, total peripheral vascular resistance and blood pressure using the REACARD automated device and the Omron M2 Basic tonometer. The Martinet – Kushelevsky test (20 squats per 30 seconds) was used as limited physical activity. **Results.** It was found that compared with the control group, girls with visual impairment at rest demonstrated lower blood pressure and stroke volume accompanied by an increase in heart rate. Limited physical activity in visually impaired girls resulted in a greater decrease in blood pressure in the absence of changes in stroke volume and a sharp increase in heart rate. At the same time, children involved in swimming were characterized by a more favorable response to physical activity accompanied by an increase in stroke volume against a moderate increase in heart rate and blood pressure and a decrease in total peripheral vascular resistance. **Conclusion.** Visually impaired girls are characterized by a lower level of hemodynamic performance at rest and the lack of formation of urgent adaptation to dynamic physical activity compared with the control group. Special classes that include adaptive swimming have a positive effect on the cardiovascular system and increase its adaptive capabilities.

Keywords: children with visual impairment, cardiovascular system, physical activity, adaptive swimming.

References

1. Abashidze A.Kh., Malichenko V.S. [International Legal Framework for the Protection of the Rights of Persons with Disabilities]. *Mediko-sotsial'naya ekspertiza i reabilitatsiya* [Medical and Social Examination and Rehabilitation], 2014, no. 1, pp. 32–36. (in Russ.)
2. Begidova T.P. *Kompleksnaya reabilitatsiya invalidov, lits s ogranichennymi vozmozhnostyami zdorov'ya* [Comprehensive Rehabilitation of Disabled People, Persons with Disabilities]. Voronezh, Voronezh State Pedagogical University Publ., 2016. 232 p.
3. Buikova O.M., Bulnaeva G.M. *Funktsional'nyye proby v lechebnoy i massovoy fizicheskoy kul'ture* [Functional Tests in Medical and Mass Physical Culture]. Irkutsk, 2017.
4. Pavlova T.V., Pilkevich N.B., Dychko V.V. [Study of the Reaction of the Cardiovascular System to Physical Activity in Schoolchildren Aged 11–14 Years with Visual Pathology]. *Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii* [Medical Bulletin of the South of Russia], 2017, no. 1, pp. 70–74. (in Russ.) DOI: 10.21886/2219-8075-2017-1-70-74
5. Pushkar Yu.T., Tsvetkova A.A., Heimets G.I. [Automated Determination of the Minute Volume of Blood by the Rheography Method]. *Byulleten' Vserossiyskogo kardiologicheskogo nauchnogo tsentra AMN SSSR* [Bulletin of the All-Russian Cardiological Scientific Center AMN SSSR], 1980, no. 1, p. 45. (in Russ.)

6. Spivak E.M., Pechnikova N.V. [Features of Autonomic Regulation of the Cardiovascular System in Primary Arterial Hypertension in Adolescents]. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], 2012, vol. 3, no. 3, p. 155. (in Russ.)
7. Tinkova E.A., Kozlovskaya G.Yu. *Anatomo-fiziologicheskkiye i neyropsikhologicheskkiye osnovy obucheniya i vospitaniya detey s narusheniyem zreniya* [Anatomical, Physiological and Neuropsychological Foundations of Teaching and Upbringing of Children with Visual Impairments], Stavropol, SGPI Publ., 2009. 137 p.
8. Sharipova L.Kh., Orzieva M.S. [The State of the Function of External Respiration and the Cardiovascular System in Healthy Children and Children with Visual Impairment]. *Biologiya i integrativnaya meditsina* [Biology and Integrative Medicine], 2018, no. 2, pp. 6–9. (in Russ.)
9. Shibkova V.G., Aleshin I.V. [Hypokinesia and its Influence on the Body]. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki* [Questions of Modern Science and Practice], 2015, no. 1, pp. 145–154. (in Russ.)
10. Yakovlev G.M., Karlov V.A. [Types of Blood Circulation in a Healthy Person. Neurohumoral Regulation of the Minute Volume of Blood Circulation at Rest. 1. Hyperkinetic Type]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 1992, vol. 18, no. 6, p. 86. (in Russ.)
11. Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Bilalova G.A. et al. Age Changes of Parameters of the Cardiovascular System in Children with Violation. *Drug Invention Today*, 2018, vol. 10, no. 2, pp. 2972–2976.
12. Akinoğlu B., Nezire K. Determination of Physical Fitness Level in Children with Hemiparetic and Diparetic Cerebral Palsy. *Turkish J Physiother Rehabil*, 2018, vol. 29, pp. 11–18.
13. Cappagli G., Finocchietti S., Cocchi E. et al. Audio Motor Training Improves Mobility and Spatial Cognition in Visually Impaired Children. *Sci Rep*, 2019, vol. 9 (1), p. 3303. DOI: 10.1038/s41598-019-39981-x
14. Demirturk F., Kaya M. Physical Education Lessons and Activity Status of Visually Impaired and Sighted Adolescents. *Med Sci Monit.*, 2015, vol. 21, pp. 3521–3527. DOI: 10.12659/MSM.895038
15. Li Shufeng, Pan Yiguo, Xu Jingjing et al. Effects of Physical Exercise on Macular Vessel Density and Choroidal Thickness in Children. *Sci Rep.*, 2021, vol. 11 (1), p. 2015. DOI: 10.1038/s41598-021-81770-y
16. Karakoc O. Muscle Strength and Flexibility without and with Visual Impairments Judoka's. *Int Educ Stud.*, 2016, vol. 9, pp. 12–17. DOI: 10.5539/ies.v9n5p12
17. Karakoc O. The Investigation of Physical Performance Status of Visually and Hearing Impaired Applying Judo Training Program. *J Educ Train Stud.*, 2016, vol. 4, pp. 10–17. DOI: 10.11114/jets.v4i6.1399
18. Kohda Yasuko, Monma Takafumi, Yamane Maki et al. Mental Health Status and Related Factors Among Visually Impaired Athletes. *J. Clin. Med. Res.*, 2019, vol. 11 (11), pp. 729–739. DOI: 10.14740/jocmr3984
19. Ong Sharon R., Crowston Jonathan G., Loprinzi Paul D. Physical Activity, Visual Impairment, and Eye Disease. *Eye (Lond)*, 2018, vol. 32 (8), pp. 1296–1303. DOI: 10.1038/s41433-018-0081-8
20. Sadowska D., Krzepota J. Assessment of Physical Activity of People with Visual Impairments and Individuals who Are Sighted Using the International Physical Activity Questionnaire and Actigraph. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 2015, vol. 109 (2), pp. 119–129. DOI: 10.1177/0145482X1510900207
21. Szalai I., Pálya F., Csorba A. et al. The Effect of Physical Exercise on the Retina and Choroid. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2020, vol. 237 (4), pp. 446–449. DOI: 10.1055/a-1101-9288

Received 7 April 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы и ее адаптации к физическим нагрузкам у детей с нарушением зрения / М.В. Шайкхелисламова, Н.Б. Дикопольская, Г.А. Билалова и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 76–84. DOI: 10.14529/hsm210209

FOR CITATION

Shaykhelislamova M.V., Dikopolskaya N.B., Bilalova G.A., Zotova F.R., Garaeva Ch.R. Features of the Functional State of the Cardiovascular System and Its Adaptation to Physical Stress in Children with Visual Impairment. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 2, pp. 76–84. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210209