УДК 616.89+612.062-053.2/.5:615.834

ОСОБЕННОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРЕСС-РЕАЛИЗУЮЩИХ СИСТЕМ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ

О.В. Комиссарова, Е.В. Дорохов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федераци, кафедра нормальной физиологии

В статье приведены результаты сравнительного исследования деятельности стресс-реализующих систем у 322 детей в возрасте 7–10 лет обоего пола, прошедших десятидневный курс спелеоклиматотерапии. В ходе работы анализировали показатели спектрального анализа вариабельности сердечного ритма и уровень свободного кортизола в слюне. После прохождения десятидневного курса спелеоклиматотерапии отмечалось повышение общей неспецифической резистентности организма.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, спелеоклиматотерапия, здоровье детей, кортизол, слюна, стресс-реализующая система, адаптация.

DOI 10.19163/1994-9480-2019-3(71)-39-46

THE FEATURE OF ACTIVITY BY STRESS-REALIZING SYSTEMS FROM YOUNGER CHILDREN AFTER SPELEOCLIMATOTHERAPY

O.V. Komissarova, E.V. Dorokhov

FSBEI HE «Voronezh state medical University N.N. Burdenko» of Public Health Ministry of the Russian Federation, Department of Normal Physiology

The article presents the results of a comparative study of the activity of stress-realizing systems in 322 children aged 7–10 years of both sexes who have undergone a ten-day course of speleoclimatotherapy. During the work, we analyzed the indices of spectral analysis of heart rate variability and the level of free cortisol in saliva. After passing a ten-day course of speleoclimatotherapy, an increase in the general nonspecific resistance of the organism was noted.

Key words: heart rate variability, speleoclimatotherapy, children's health, cortisol, saliva, stress-realizing system, adaptation.

Одной из главных задач современной медицины является поиск немедикаментозных способов повышения адаптационных возможностей и коррекции деятельности физиологических систем, участвующих в приспособительных реакциях организма. На протяжении последних лет в Российской Федерации стремительно снижается уровень здоровья детского населения, увеличивается число хронических заболеваний. Специалисты делают ставку на восстановительную медицину, так как при помощи немедикаментозного воздействия на организм человека можно улучшить показатели иммунитета, вегетативной регуляции, повысить адаптационные резервы, нарушенные воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды. Все чаще для этих целей применяется природный метод воздействия – спелеоклиматотерапия (СКТ). Спелеоклиматотерапия представляет собой пребывание человека в лечебном микроклимате соляных сильвинитовых пещер. Микроклимат моделирует всю массу физических, химических, биологических и психологических факторов среды, воздействующих на человека. С использованием природного микроклимата происходит улучшение в работе физиологических систем не только за счет местного воздействия на организм человека, но и за счет общего, комплексного, адаптогенного воздействия новых условий. Спелеоклиматотерапию вполне можно широко применять как комплексный вид лечения, поскольку он оказывает иммуннокоррегирующее, гипосенсибилизирующее, релаксационное и другие «общеукрепляющие» действия.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Анализ деятельности стресс-реализующих систем у детей младшего школьного возраста в условиях санаторно-курортного лечения и оценка корригирующих возможностей спелеоклиматотерапии.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 322 практически здоровых ребенка обоего пола в возрасте от 7 до 10 лет. Исключением из исследования служили общие критерии, запрещающие направление детей на санаторно-климатическое лечение. Это все заболевания в острой стадии, острые инфекционные заболевания, хронические заболевания в стадии обострения или осложненные острыми гнойными процессами, психические заболевания, болезни крови в острой стадии и стадии обострения, кахексия любого происхождения, злокачественные новообразования, все формы туберкулеза легких в активной стадии. Участие в исследовании являлось добровольным. Нами были выполнены этические принципы проведения медицинских

исследований с участием человека в качестве субъекта в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации биомедицинских исследований. Родителям или законным представителям детей, принимавших участие в исследование, мы предоставили письменное информированное согласие. В него были включены цель и методы исследования, противопоказания к участию и ожидаемый эффект воздействия спелеоклиматотерапии [3, 4].

Для решения поставленных задач дети были распределены на группы:

- по полу (девочки и мальчики);
- по возрасту (7 лет, 8 лет, 9 лет, 10 лет);
- по величине вагосимпатического индекса (LF/HF).

Курс спелеоклиматотерапии в соответствии с методическими рекомендациями составил десять процедур продолжительностью один час в первой половине дня в одно и то же время. Спелеоклиматотерапия – это метод профилактики и лечения заболеваний с использованием совокупности всех физических параметров подземной среды естественных карстовых пещер и искусственно пройденных горных выработок соляных калийных рудников. Спелеокамера содержит лечебную палату, выполненную из соляных блоков, сменные объемы дробленой соляной горной породы, вентилятор, места нахождения пациентов в лечебной палате, кондиционер. Одним из важнейших факторов, формирующих микроклимат, является химический состав соляного массива. Соляной пласт представлен минералами: галитом, сильвинитом (97–98 %) и карналлитом. За счет стен, облицованных солеблоками, и системы подготовки воздуха в спелеокамере формируется комплекс следующих лечебных факторов: мелкодисперсный соляной аэрозоль; низкое бактериальное загрязнение; отсутствие аллергенов; высокое содержание аэроионов с преобладанием отрицательно заряженных; стабильный температурно-влажностный режим; присутствие некоторых микроэлементов; положительное психоэмоциональное воздействие. Поддержание лечебной воздушной среды в спелеокамере обеспечивается в пределах: температура воздуха 17–21 °С; относительная влажность воздуха в диапазоне 45–75 %; подвижность воздуха порядка 0,01–0,1 м/с; содержание отрицательных легких аэроионов от 1000 до 2500 е/см^3; содержание биоаэрозолей (микроорганизмов) не более 1000 КОЕ/м^3; содержание соляных аэрозольных частиц с эффективными диаметрами более 0,3 мкм не менее 5000 шт/л; уровни бета- и гамма-излучения с поверхностей не превышают уровней естественного фона; уровни альфа-излучения дочерних продуктов распада радона не превышают норм для жилых помещений [2, 4].

Для оценки вегетативной нервной регуляции сердечного ритма использовалась методика вариационной кардиоинтервалометрии (ВКМ) с использованием устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30-«ПСИХОФИЗИОЛОГ»: регистрировали сигнал электрокардиограммы (ЭКГ) в I стандартном отведении. Стандартное время регистрации ЭКГ составляло 5 мин [5]. При проведении исследований выполнялись методические рекомендации и соблюдались необходимые условия, то есть исследование проводилось дважды: на второй день пребывания детей в санатории и после 10-дневного курса спелеоклиматотерапии. Перед исследованием устранялись факторы, которые могли бы привести к эмоциональному возбуждению. Запись ВКМ проводилась не ранее чем через 1,5–2 часа после приема пищи, в тишине, в затемненном помещении и при температуре воздуха в пределах 18–24 °С. Особенности вегетативной нервной регуляции оценивали по следующим показателям анализа ритма сердца: амплитуда моды (AMo, %), вариационный размах (BP, с), индекс напряжения регуляторных систем (ИН, у. е.), общая мощность волн (TP, мс^2), мощность волн высокой частоты (HF, мс^2), мощность волн низкой частоты (LF, мс^2), мощность волн очень низкой частоты (VLF, мс^2), нормализованный индекс мощности волн высокой частоты (HF norm n.u.), нормализованный индекс мощности волн низкой частоты (LF norm n.u.) вагосимпатический индекс (LF/HF, у. е.) [6].

Уровень свободного кортизола в ротовой жидкости определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) при помощи вертикального фотометра Multiscan FC C (Thermo Fisher Scientific, США) с использованием наборов реагентов Cortisol saliva Elisa (Diagnostics Biochem Canada, Канада). Для проведения анализа мы собирали 4–5 мл ротовой жидкости без стимуляции с помощью слюносборников в чистую подписанную пробирку после пробуждения перед едой, питьем и чисткой зубов. Образцы хранили во время транспортировки при температуре 4 °С не более 24 часов. Концентрацию кортизола выражали в нг/мл.

Статистическая обработка полученного материала была проведена с помощью программного пакета SPSS Statistics 20. Анализ парных выборок осуществляли с помощью критерия Вилкоксона. Определялись основные статистические характеристики. Количественные данные представлены в виде: *M* – среднее, *m* – стандартная ошибка среднего, *n* – объем выборки, *p* – достигнутый уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для анализа корригирующих возможностей спелеоклиматотерапии нами проведена сравнительная оценка вегетативной регуляции ритма сердца и уровня свободного кортизола в ротовой жидкости у детей до и после курса спелеоклиматотерапии. В результате проведенного исследования нами установлено, что параметры вариабельности сердечного ритма у детей в зависимости от пола не имеют достоверных отличий. Однако стоит отметить, что у девочек прослеживалась тенденция к увеличению общей мощности волн

(до СКТ 5977,55 ± 550,56; после СКТ 10516,68 ± 2599,05, p = 0,095) после прохождения курса СКТ (рис. 1) по сравнению с исходными значениями. Высокие значения данного показателя свидетельствуют о хорошем состоянии сердечно-сосудистой системы.

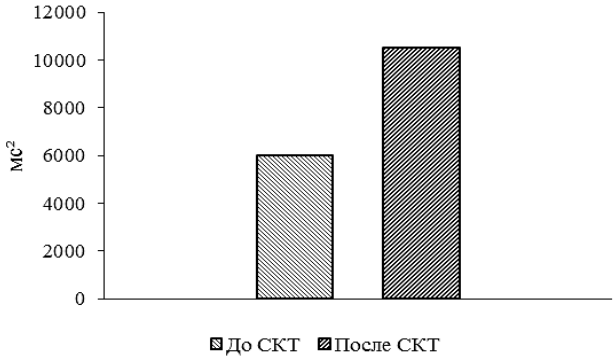

Рис. 1. Показатели общей мощности волн у девочек до и после прохождения курса СКТ

Анализ уровня свободного кортизола в ротовой жидкости в зависимости от пола (рис. 2) показал, что в группе девочек (до СКТ 11,54 ± 0,39, после СКТ 10,13 ± 0,38, p = 0,002) и в группе мальчиков (до СКТ 11,57 ± 0,34, после СКТ 10,68 ± 0,45, p = 0,030) уровень свободного кортизола снижался, что свидетельствует об однонаправленном влиянии СКТ.

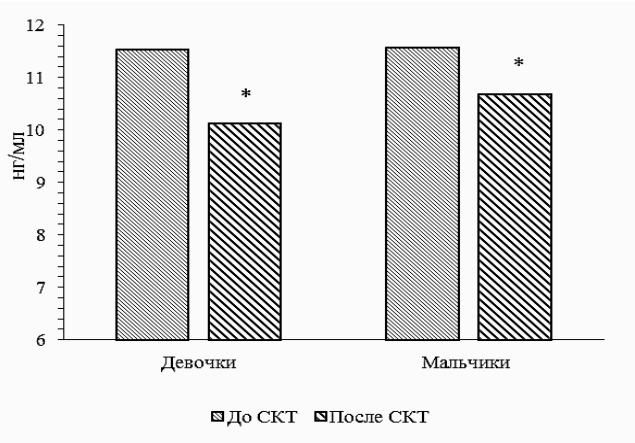

Рис. 2. Уровень свободного кортизола в ротовой жидкости у девочек и мальчиков до и после прохождения курса СКТ

По данным литературы, кортизол относится к основным соединениям, которые отвечают за развитие общего адаптационного синдрома. Снижение данного показателя после завершения курса спелеоклиматотерапии, возможно, связано с изначально высокой его концентрацией, так как от 7 к 9 годам отмечается нарастание активности симпатических влияний на организм ребенка, активируется не только симпатическое звено стресс-реализующих систем, но и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система. Спелеоклиматотерапия в данном случае снизила повышенную активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы за счет выхода на фазу резистентности общего адаптационного синдрома.

При анализе параметров ВСР в зависимости от возраста (табл. 1) установлено, что у детей в возрасте 8 лет отмечалось повышение вагосимпатического индекса (до СКТ 1,76 ± 0,19; после СКТ 3,05 ± 0,62, p = 0,051), у детей в возрасте 9 лет спектральные характеристики ритма сердца, такие как нормализованный индекс мощности волн низкой частоты (до СКТ 62,50 ± 2,20; после СКТ 52,10 ± 2,34, p = 0,007895) и вагосимпатический индекс (до СКТ 2,27 ± 0,29; после СКТ 1,57 ± 0,37, p = 0,006586), снижались после прохождения курса спелеоклиматотерапии, а нормализованный индекс мощности волн высокой частоты (до СКТ 37,50 ± 2,20; после СКТ 47,90 ± 2,34, p = 0,007895) повышался по сравнению с исходными значениями. Полученные данные могут свидетельствовать о том, что у детей в возрасте 8 лет после курса СКТ происходило повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, в этом возрасте часто отмечается разнонаправленное изменение активности отделов вегетативной нервной системы, которое происходит на фоне различных внешних и внутренних факторов. В нашем случае это, возможно, связано с прохождением спелеолечения. Стоит отметить, что дети в возрасте 9 лет исходно имели повышенную активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, в этом возрасте происходит вторая перестройка регуляции ритма сердца, а после прохождения спелеоклиматотерапии отмечалось снижение активности симпато-адреналовой системы, что и выражалось в уменьшении активности СНС.

Таблица 1

Показатели вариабельности сердечного ритма у детей в возрасте 7–10 лет до и после прохождения курса СКТ

Показатель	Возраст							
	7 лет, n = 78		8 лет, n = 75		9 лет, n = 82		10 лет, n = 87	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
LF norm, n.u.	52,95 ± 2,05	51,17 ± 2,46	58,26 ± 2,21	63,76 ± 2,65	62,5 ± 2,2	52,10 ± 2,34* (p = 0,007895)	64,27 ± 2,53	59,76 ± 2,38
HF norm, n.u.	47,05 ± 2,05	48,83 ± 2,46	41,74 ± 2,21	36,24 ± 2,65	37,5 ± 2,2	47,90 ± 2,34* (p = 0,007895)	35,73 ± 2,53	40,24 ± 2,38
LF/HF, у.е.	1,32 ± 0,11	1,33 ± 0,15	1,76 ± 0,19	3,05 ± 0,62* (p = 0,051)	2,27 ± 0,29	1,57 ± 0,37* (p = 0,006586)	2,81 ± 0,37	2,16 ± 0,28

* Достоверность различий между детьми разного возраста.

При анализе уровня свободного кортизола в ротовой жидкости (рис. 3) в зависимости от возраста мы отметили, что уровень кортизола достоверно снижался в возрасте 7 лет (до СКТ 11,25 ± 0,48; после СКТ 9,17 ± 0,46, *p* = 0,000788), в 8 лет (до СКТ 12,23 ± 0,51; после СКТ 10,27 ± 0,63, *p* = 0,0138) и в 9 лет (до СКТ 12,30 ± 0,56; после СКТ 10,88 ± 0,61, p = 0,0335), а в возрасте 10 лет (до СКТ 10,62 ± 0,50; после СКТ 11,20 ± 0,61) отмечалась тенденция к повышению этого показателя.

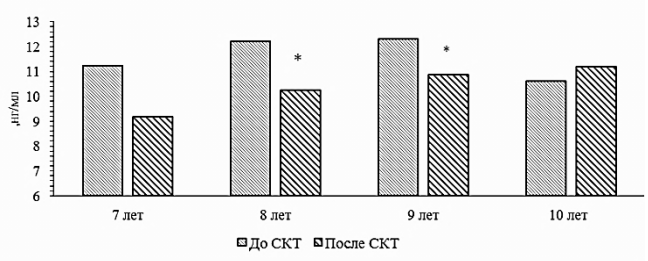

Рис. 3. Уровень свободного кортизола в ротовой жидкости у детей в возрасте 7–10 лет до и после прохождения курса СКТ

Для анализа показатели ВСР у детей после прохождения спелеоклиматотерапии в зависимости от их исходного вегетативного статуса мы разделили группы детей по величине вагосимпатического индекса. Данный коэффициент характеризует симпато-парасимпатический баланс. Баланс отделов вегетативной нервной системы в отношениях LF/HF у детей находится в пределах 0,5–1,3. Девочки и мальчики с LF/HF > 1,3 составили группу симпатотоников с преобладанием симпатических влияний на ритм сердца; девочки и мальчики с LF/HF в пределах 0,5–1,3 составили группу нормотоников, со сбалансированной регуляцией ритма сердца; девочки и мальчики с LF/HF < 0,5 составили группу ваготоников с преобладанием парасимпатических влияний на ритм сердца. Нами было установлено, что у детей-ваготоников (табл. 2) отмечалось повышение активности симпатического отдела ВНС; так, значения индекса напряжения (до СКТ 63,68 ± 12,48, после СКТ 108,98 ± 22,67, *p* = 0,077), нормализованного индекса мощности волн низкой частоты (до СКТ 33,10 ± 1,39, после СКТ 55,19 ± 4,58, *p* = 0,001) и вагосимпатического индекса (до СКТ 0,50 ± 0,03, после СКТ1,79 ± 0,35, *p* = 0,001) повышались, а нормализованный индекс мощности волн высокой частоты (до СКТ 66,90 ± 1,39, после СКТ 55,19 ± 4,58, *p* = 0,001) снижался.

У детей-норматоников (табл. 2) также отмечалось нарастание активности симпатических влияний на ритм сердца. Мощность волн очень низкой частоты (до СКТ 1990,53 ± 178,88, после СКТ 1579,37 ± 149,98, p = 0,067) и нормализованный индекс мощности волн высокой частоты (до СКТ 49,00 ± 0,65, после СКТ 42,80 ± 1,67, *p* = 0,001) снижались, а показатели нормализованного индекса мощности волн низкой частоты (до СКТ 51,01 ± 0,65, после СКТ 57,20 ± 1,67, *p* = 0,001) и вагосимпатического индекса (до СКТ 1,07 ± 0,03, после СКТ 1,67 ± 0,13, *p* = 0,00007) повышались. У детей-симпатотоников (табл. 2), наоборот, отмечалось увеличение активности парасимпатических влияний. Нами отмечены изменения некоторых показателей вариационной пульсометрии и спектральных характеристик; так, амплитуда моды (до СКТ 42,60 ± 1,55, после СКТ 37,06 ± 1,32, *p* = 0,012), индекс напряжения (до СКТ 154,37 ± 19,62, после СКТ 107,15 ± 10,91, *p* = 0,015) и вагосимпатический индекс (до СКТ 3,29 ± 0,23, после СКТ 2,36 ± 0,38, *p* = 0,00001) снижались, а показатели вариационного размаха (до СКТ 299,04 ± 11,78, после СКТ 387,99 ± 22,91, *p* = 0,001) и общей мощности волн (до СКТ 5075,38 ± 402,73, после СКТ 11041,27 ± 2660,51, *p* = 0,007) повышались.

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма у детей в зависимости от исходного вегетативного статуса до и после прохождения курса СКТ

Показатель	Ваготония, *n* = 41		Нормотония, *n* = 124		Симпатотония, *n* = 157	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
Амо	32,63 ± 2,22	40,00 ± 4,09	38,93 ± 1,49	41,29 ± 1,51	42,60 ± 1,55	37,06 ± 1,32 (*p* = 0,012)
ВР	442,79 ± 39,80	387,42 ± 39,22	370,04 ± 18,68	351,17 ± 14,93	299,04 ± 11,78	387,99 ± 22,91 (*p* = 0,001)
ИН	63,68 ± 12,48	108,98 ± 22,67* (*p* = 0,077)	112,28 ± 12,40	123,99 ± 14,37	154,37 ± 19,62	107,15 ± 10,91 (*p* = 0,015)
TP	9906,99 ± 1532,38	10294,68 ± 2609,61	6589,21 ± 573,40	5800,98 ± 602,03	5075,38 ± 402,73	11041,27 ± 2660,51 (*p* = 0,007)
VLF	2783,14 ± 555,80	2344,48 ± 488,78	1990,53 ± 178,88	1579,37 ± 149,98 (*p* = 0,067)	2135,63 ± 190,62	3581,92 ± 828,16 (*p* = 0,074)
LF	2283,23 ± 394,39	3037,61 ± 731,77	2294,06 ± 219,06	2205,65 ± 223,24	2102,75 ± 176,71	3572,19 ± 979,78
HF	4840,62 ± 810,80	4912,59 ± 1876,42	2304,62 ± 233,74	2015,95 ± 377,44	836,99 ± 89,65	3887,16 ± 988,76
LF n.u.	33,10 ± 1,39	55,19 ± 4,58* (*p* = 0,001)	51,01 ± 0,65	57,20 ± 1,67 (*p* = 0,001)	73,13 ± 0,89	56,57 ± 2,01
HF n.u.	66,90 ± 1,39	44,81 ± 4,58* (*p* = 0,001)	49,00 ± 0,65	42,80 ± 1,67 (*p* = 0,001)	26,87 ± 0,89	43,43 ± 2,01
LF/HF	0,50 ± 0,03	1,79 ± 0,35* (*p* = 0,001)	1,07 ± 0,03	1,67 ± 0,13 (*p* = 0,00007)	3,29 ± 0,23	2,36 ± 0,38 (*p* = 0,00001)

∗ Достоверность различий показателей ВСР до и после курса СКТ

Стоит отметить, что курс спелеоклиматотерапии активировал работу симпатического отдела вегетативной нервной системы у детей-ваготоников и норматоников, а у детей-симпатотоников отмечалось снижение активности этого отдела ВНС. Это может быть связано с адаптационными влияниями спелеоклиматической камеры, так как вышеперечисленные показатели ВСР оставались в пределах возрастной нормы.

При анализе уровня кортизола в ротовой жидкости (рис. 4) нами отмечено снижение его количества у детей-симпатотоников (до СКТ 11,51 ± 0,34, после СКТ 9,99 ± 0,44) после прохождения курса спелеоклиматотерапии.

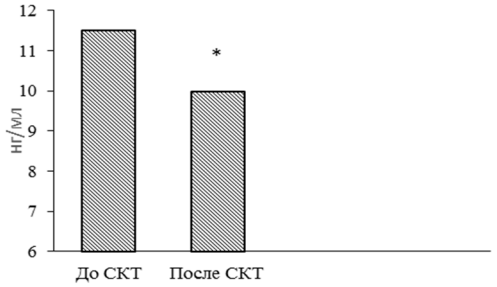

Рис. 4. Уровень кортизола в ротовой жидкости у детей-симпатотоников до и после СКТ

Анализируя изменения показателей исходного уровня активности вегетативной нервной системы в зависимости от пола (табл. 3), мы отметили, что у детей-ваготоников после прохождения курса СКТ происходила активация работы симпатического отдела ВНС: так, у девочек-ваготоников вагосимпатический индекс составлял до СКТ 0,51 ± 0,03; после СКТ 1,14 ± 0,36; у мальчиков-ваготоников вагосимпатический индекс составил до СКТ 0,50 ± 0,04; после СКТ 2,25 ± 0,51, нормализованный индекс мощности волн низкой частоты до СКТ 82,78 ± 2,25; после СКТ 62,34 ± 4,98, нормализованный индекс мощности волн высокой частоты до СКТ 67,22 ± 2,25; после СКТ 37,66 ± 4,98 в сравнении с исходными значениями.

У детей-норматоников (табл. 3) после прохождения курса СКТ также отмечалась активация работы симпатического отдела ВНС. У девочек-норматоников вагосимпатический индекс составлял до СКТ 0,51 ± 0,03; после СКТ 1,14 ± 0,36; у мальчиков-норматоников значение мощности волн очень низкой частоты до СКТ составлял 2432,12 ± 276,23; после СКТ 1782,80 ± 259,40, показатели мощности волн высокой частоты до СКТ 2388,53 ± 324,32; после СКТ 1665,14 ± 247,62, вагосимпатический индекс до СКТ 0,50 ± 0,04; после СКТ 2,25 ± 0,51, нормализованный индекс мощности волн низкой частоты до СКТ 82,78 ± 2,25; после СКТ 62,34 ± 4,98, нормализованный индекс мощности волн высокой частоты до СКТ 67,22 ± 2,25; после СКТ 37,66 ± 4,98. У детей-симпатотоников (табл. 3) после прохождения курса СКТ мы отмечали снижение активности симпатического отдела ВНС. Амплитуда моды у девочек-симпатотоников снижалась (до СКТ 43,50 ± 2,70; после СКТ 36,19 ± 2,02), вариационный размах повышался (до СКТ 292,50 ± 17,95; после СКТ 403,92 ± 40,50), показатели спектральных характеристик ритма сердца также имели сдвиг в сторону снижения активации симпатического отдела ВНС. Общая мощность волн составляла до СКТ 4796,02 ± 546,29; после СКТ 14948,64 ± 5667,51, мощность волн очень низкой частоты до СКТ 2028,53 ± 269,78; после СКТ 4417,70 ± 1671,48, мощность волн высокой частоты составляла до СКТ 802,22 ± 106,68; после СКТ 5847,73 ± 2111,53, нормализованный индекс мощности волн высокой частоты составлял до СКТ 28,12 ± 1,11; после СКТ 44,36 ± 3,06, нормализованный индекс мощности волн низкой частоты до СКТ 71,88 ± 1,11; после СКТ 55,64 ± 3,06, вагосимпатический индекс до СКТ 2,84 ± 0,20; после СКТ 2,14 ± 0,46.

Таблица 3

Показатели вариабельности сердечного ритма у детей в зависимости от их исходного вегетативного статуса и пола до и после прохождения курса СКТ

Показатель	Ваготония			
	девочки, *n* = 20		мальчики, *n* = 21	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
LF norm, n.u.	33,55 ± 1,34	45,34 ± 7,45	82,78 ± 2,25	62,34 ± 4,98* (*p* = 0,004)
HF norm, n.u.	66,45 ± 1,34	54,66 ± 7,45	67,22 ± 2,25	37,66 ± 4,98* (*p* = 0,004)
LF/HF, у.е.	0,51 ± 0,03	1,14 ± 0,36* (*p* = 0,092)	0,50 ± 0,04	2,25 ± 0,51* (*p* = 0,004)
Показатель	Нормотония			
	девочки, *n* = 69		мальчики, *n* = 55	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
VLF, мс^2	1637,26 ± 221,67	1416,63 ± 171,46	2432,12 ± 276,23	1782,80 ± 259,40* (*p* = 0,045)
HF, мс^2	2237,49 ± 334,49	2296,60 ± 650,61	2388,53 ± 324,32	1665,14 ± 247,62* (*p* = 0,035)
LF norm, n.u.	51,83 ± 0,85	55,29 ± 2,30* (*p* = 0,072)	49,97 ± 0,98	59,59 ± 2,40* (*p* = 0,002)
HF norm, n.u.	48,17 ± 0,85	44,71 ± 2,60* (*p* = 0,072)	50,03 ± 0,98	40,41 ± 2,40* (*p* = 0,002)
LF/HF, у.е.	1,10 ± 0,04	1,54 ± 0,17* (*p* = 0,034)	1,02 ± 0,04	1,82 ± 0,20* (*p* = 0,001)

Окончание табл. 3

Показатель	Симпатотония			
	девочки, *n* = 66		мальчики, *n* = 91	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
Амо, %	43,50 ± 2,70	36,19 ± 2,02* (*p* = 0,041)	41,85 ± 1,78	37,78 ± 1,75
ВР, мс	292,50 ± 17,95	403,92 ± 40,50* (*p* = 0,034)	304,43 ± 15,73	374,83 ± 25,39* (*p* = 0,015)
ИН, у.е.	176,33 ± 38,35	107,68 ± 14,99	136,22 ± 16,75	106,71 ± 15,76* (*p* = 0,048)
ТР, мс	4796,02 ± 546,29	14948,64 ± 5667,51* (*p* = 0,020)	5306,15 ± 583,92	7813,44 ± 1229,44
VLF, мс^2	2028,53 ± 269,78	4417,70 ± 1671,48* (*p* = 0,048)	2224,11 ± 269,37	2891,48 ± 623,65
HF, мс^2	802,22 ± 106,68	5847,73 ± 2111,53* (*p* = 0,003)	865,71 ± 138,91	2267,57 ± 368,28* (*p* = 0,0004)
LF norm, n.u.	71,88 ± 1,11	55,64 ± 3,06* (*p* = 0,0001)	74,16 ± 1,33	57,35 ± 2,70* (*p* = 0,00001)
HF norm, n.u.	28,12 ± 1,11	44,36 ± 3,06* (*p* = 0,0001)	25,84 ± 1,33	42,65 ± 2,70* (*p* = 0,00001)
LF/HF, у.е.	2,84 ± 0,20	2,14 ± 0,46* (*p* = 0,004)	3,66 ± 0,37	2,55 ± 0,58* (*p* = 0,001)

* Показатели, достоверно отличающиеся.

Анализируя показатели ВСР у детей после прохождения курса спелеоклиматотерапии в зависимости от возраста и их вегетативного статуса (табл. 4), мы выявили следующие особенности. У группы детей-ваготоников в возрасте 7 лет отмечалось увеличение активности симпатического отдела ВНС; так, показатели мощности волн низкой частоты (до СКТ 33,12 ± 1,64, после СКТ 48,14 ± 8,88) и вагосимпатического индекса (до СКТ 0,50 ± 0,04, после СКТ 1,63 ± 0,67) увеличивались, а мощность волн высокой частоты (до СКТ 66,88 ± 1,64, после СКТ 51,86 ± 8,88) снижалась. Подобные изменения мы наблюдали у детей-ваготоников в группе 10 лет. Происходило увеличение мощности волн низкой частоты (до СКТ 30,91 ± 3,75, после СКТ 55,23 ± 5,83) и вагосимпатического индекса (до СКТ 0,47 ± 0,07, после СКТ 1,42 ± 0,30), а мощность волн высокой частоты (до СКТ 69,09 ± 3,75, после СКТ 44,77 ± 5,83) снижалась. Данные детей 8 и 9 лет не были использованы для статистического анализа в связи с их недостаточным количеством.

Таблица 4

Показатели вариабельности сердечного ритма у детей-ваготоников в возрасте 7 и 10 лет в зависимости от их исходного вегетативного статуса до и после прохождения курса СКТ

Показатель	Ваготоники			
	7 лет, *n* = 9		10 лет, *n* = 11	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
LF n.u.	33,12 ± 1,64	48,14 ± 8,88* (*p* = 0,092)	30,91 ± 3,75	55,23 ± 5,83* (*p* = 0,046)
HF n.u.	66,88 ± 1,64	51,86 ± 8,88* (*p* = 0,092)	69,09 ± 3,75	44,77 ± 5,83* (*p* = 0,046)
LF/HF	0,50 ± 0,04	1,63 ± 0,67* (*p* = 0,092)	0,47 ± 0,07	1,42 ± 0,30* (*p* = 0,046)

* Показатели, достоверно отличающиеся.

У детей-норматоников (табл. 5) в возрастной группе 7 лет отмечалось уменьшение уровня мощности волн низкой частоты (до СКТ 2535,21 ± 429,80, после СКТ 1989,01 ± 321,20), а в возрастных группах 8 и 9 лет мы наблюдали увеличение активности симпатического отдела ВНС, что проявлялось увеличением мощности волн низкой частоты и показателей вагосимпатического индекса и снижением показателей мощности волн высокой частоты. У детей-симпатотоников (табл. 5) после прохождения курса спелеоклиматотерапии мы наблюдали противоположную динамику в сравнении с ваготониками и норматониками.

Таблица 5

Показатели вариабельности сердечного ритма у детей в возрасте 7–10 лет в зависимости от их исходного вегетативного статуса до и после прохождения курса СКТ

Показатель	Нормотония							
	7 лет, *n* = 22		8 лет, *n* = 22		9 лет, *n* = 19		10 лет, *n* = 9	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
LF	2535,21 ± 429,80	1989,01 ± 321,20* (*p* = 0,057)	1638,36 ± 319,30	2686,76 ± 550,84	2710,62 ± 413,85	2147,80 ± 363,24	2427,97 ± 746,18	1681,28 ± 426,83
LF n.u.	50,62 ± 1,17	53,90 ± 2,66	50,50 ± 1,22	62,30 ± 3,18* (*p* = 0,004)	52,06 ± 1,28	52,15 ± 2,89	50,92 ± 1,82	63,47 ± 5,08* (*p* = 0,066)
HF n.u.	49,38 ± 1,17	46,10 ± 2,66	49,50 ± 1,22	37,70 ± 3,18* (*p* = 0,004)	47,94 ± 1,28	47,85 ± 2,89	49,08 ± 1,82	36,53 ± 5,08* (*p* = 0,066)
LF/HF	1,05 ± 0,05	1,34 ± 0,15	1,05 ± 0,05	2,09 ± 0,27* (*p* = 0,002)	1,11 ± 0,05	1,21 ± 0,11	1,06 ± 0,08	2,39 ± 0,62 *(*p* = 0,038)

Окончание табл. 5

Показатель	Симпатотония							
	7 лет, *n* = 13		8 лет, *n* = 15		9 лет, *n* = 22		10 лет, *n* = 34	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
Амо	42,31 ± 4,05	34,02 ± 2,40* (*p* = 0,041)	47,34 ± 5,35	45,79 ± 2,12	42,69 ± 2,86	34,80 ± 2,65* (*p* = 0,049)	40,55 ± 1,90	35,82 ± 2,24* (*p* = 0,074)
ВР	306,31 ± 27,83	440,54 ± 53,52	257,00 ± 34,42	266,73 ± 23,62	303,86 ± 23,48	407,18 ± 44,41* (*p* = 0,031)	311,68 ± 16,64	408,97 ± 41,19* (*p* = 0,043)
ИН	136,60 ± 31,17	70,15 ± 12,91* (*p* = 0,075)	267,28 ± 89,71	141,00 ± 18,25	135,05 ± 23,90	102,46 ± 22,91	123,84 ± 17,46	109,40 ± 20,16
TP	5263,56 ± 936,99	9055,25 ± 1480,86* (*p* = 0,054)	4843,10 ± 1255,10	3552,47 ± 481,58	5352,20 ± 846,75	9512,52 ± 1876,95	4991,48 ± 542,00	16093,69 ± 6369,47* (*p* = 0,043)
HF	905,17 ± 152,80	3556,61 ± 758,83* (*p* = 0,007)	825,19 ± 317,49	766,95 ± 180,20	889,11 ± 171,10	3541,13 ± 787,13* (*p* = 0,004)	782,40 ± 124,78	5614,03 ± 2347,15* (*p* = 0,006)
LF n.u.	69,09 ± 0,95	48,41 ± 4,33* (*p* = 0,001)	73,87 ± 1,66	65,75 ± 5,18	74,15 ± 1,78	50,50 ± 3,69* (*p* = 0,00022)	73,69 ± 1,66	59,58 ± 3,01* (*p* = 0,002)
HF n.u.	30,91 ± 0,95	51,59 ± 4,33* (*p* = 0,001)	26,13 ± 1,66	34,25 ± 5,18	25,85 ± 1,78	49,50 ± 3,69* (*p* = 0,00022)	26,31 ± 1,66	40,42 ± 3,01* (*p* = 0,002)
LF/HF	2,27 ± 0,10	1,13 ± 0,19* (*p* = 0,001)	3,05 ± 0,25	4,57 ± 1,56	3,43 ± 0,43	1,80 ± 0,70* (*p* = 0,001)	3,69 ± 0,46	2,23 ± 0,37* (*p* = 0,012)

* Показатели, достоверно отличающиеся.

Так, у детей в возрастной группе 7 лет амплитуда моды (до СКТ 42,31 ± 4,05, после СКТ 34,02 ± 2,40), индекс напряжения (до СКТ 136,60 ± 31,17, после СКТ 70,15 ± 12,91), нормализованный индекс мощности волн низкой частоты (до СКТ 69,09 ± 0,95, после СКТ 48,41 ± 4,65) и вагосимпатический индекс (до СКТ 2,27 ± 0,10, после СКТ 1,13 ± 0,19) снижались, а мощность волн высокой частоты (до СКТ 905,17 ± 152,80, после СКТ 3556,61 ± 758,83) и нормализованный индекс мощности волн высокой частоты (до СКТ 30,91 ± 0,95, после СКТ 51,59 ± 4,33) увеличивались. У детей-симпатотоников в возрасте 9 лет амплитуда моды (до СКТ 42,69 ± 2,86, после СКТ 34,80 ± 2,65), нормализованный индекс мощности волн низкой частоты (до СКТ 74,15 ± 1,78, после СКТ 50,50 ± 3,69) и вагосимпатический индекс (до СКТ 3,43 ± 0,43, после СКТ 1,80 ± 0,70) снижались, а вариационный размах (до СКТ 303,86 ± 23,48, после СКТ 407,18 ± 44,4) мощность волн высокой частоты (до СКТ 889,11 ± 171,10, после СКТ 3541,13 ± 787,13), и нормализованный индекс мощности волн высокой частоты (до СКТ 25,85 ± 1,78, после СКТ 49,50 ± 3,69) увеличивались. Подобные изменения наблюдались и в группе 10-летних симпатотоников. Амплитуда моды (до СКТ 40,55 ± 1,90, после СКТ 35,82 ± 2,24), нормализованный индекс мощности волн низкой частоты (до СКТ 73,69 ± 1,66, после СКТ 59,58 ± 3,01) и вагосимпатический индекс (до СКТ 3,69 ± 0,46, после СКТ 2,23 ± 0,37) снижались, а общая мощность волн (до СКТ 4991,48 ± 542,00, после СКТ 16093,69 ± 6369,47), мощность волн высокой частоты (до СКТ 782,40 ± 124,78, после СКТ 5614,03 ± 2347,15) и нормализованный индекс мощности волн высокой частоты (до СКТ 26,31 ± 1,66, после СКТ 40,42 ± 3,01) возрастали.

При анализе изменения уровня свободного кортизола (табл. 6) в ротовой жидкости у детей-ваготоников в зависимости от возраста достоверных отличий нами не выявлено. У детей-норматоников в возрасте 7 лет отмечалось снижение уровня этого гормона (до СКТ 10,53 ± 0,60, после СКТ ,41 ± 0,78). Среди детей 8, 9 и 10 лет достоверных изменений не выявлено. У детей-симпатотоников отмечалось снижение уровня кортизола в ротовой жидкости (табл. 6). В 7 лет (до СКТ 13,05 ± 0,61, после 9,13 ± 0,56), 8 лет (12,06 ± 0,80, после СКТ 8,24 ± 0,52) и в 9 лет (до СКТ 12,17 ± 0,65, после СКТ 10,15 ± 0,90) соответственно. Это может быть связано с явлением гормезиса, проявляясь повышением неспецифической резистентности организма ребенка на воздействие спелеоклиматотерапии.

Таблица 6

Уровень свободного кортизола в ротовой жидкости у детей в возрасте 7–10 лет в зависимости от исходного вегетативного статуса до и после СКТ

Показатель	Нормотония							
	7 лет, *n* = 22		8 лет, *n* = 22		9 лет, *n* = 19		10 лет, *n* = 9	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
Кортизол, нг/мл	10,53 ± 0,60	9,41 ± 0,78* (*p* = 0,050)	12,22 ± 0,73	11,33 ± 0,90	12,43 ± 1,04	11,67 ± 0,87	11,38 ± 1,20	11,97 ± 0,83
Показатель	Симпатотония							
	7 лет, *n* = 13		8 лет, *n* = 15		9 лет, *n* = 22		10 лет, *n* = 34	
	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ	до СКТ	после СКТ
Кортизол, нг/мл	13,05 ± 0,61	9,13 ± 0,56* (*p* = 0,003)	12,06 ± 0,80	8,24 ± 0,52* (*p* = 0,004)	12,17 ± 0,65	10,15 ± 0,90* (*p* = 0,007)	10,27 ± 0,55	10,95 ± 0,82

* Показатели, достоверно отличающиеся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. После прохождения десятидневного курса спелеоклиматотерапии параметры вариабельности сердечного ритма у детей в зависимости от пола не имели достоверных отличий. В возрасте 8 лет отмечалось повышение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. В возрасте 9 лет отмечалось снижение активности этого отдела.

2. После прохождения десятидневного курса спелеоклиматотерапии концентрация свободного кортизола в ротовой жидкости снижалась как у девочек, так и у мальчиков. В возрасте 7, 8 и 9 лет отмечалось снижение концентрации свободного кортизола. У детей-норматоников и детей-симаптотоников после курса спелеоклиматотерапии снижалась концентрация свободного кортизола в ротовой жидкости, что может свидетельствовать о развитии фазы резистентности общего адаптационного синдрома.

3. После прохождения десятидневного курса спелеоклиматотерапии у детей-ваготоников и норматоников отмечалась активация в работе симпатического отдела ВНС. Применение спелеоклиматотерапии у детей-симаптотоников снижало активность симпатического отдела ВНС. Вместе с этим показатели ритма сердца оставались в пределах возрастной нормы.

4. Возможно рекомендовать применение спелеоклиматотерапии для повышения общей неспецифической резистентности организма, в комплексной профилактике и реабилитации здоровья детей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева А.О., Павлова Г.В., Караева Т.Ф., Ваганова Н.П. Определение биохимического состава слюны у школьников с различной физической нагрузкой в комплексных гигиенических исследованиях // Соврем. пробл. науки и образован. – 2013. – № 5. – С. 350.

2. Комиссарова О.В., Дорохов Е.В. Возрастные особенности вариабельности сердечного ритма детей в условиях санаторно-курортного лечения с использованием спелеоклиматотерапии // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – № 3, Публ. 2–13.

3. Комиссарова О.В., Дорохов Е.В. Показатели вариабельности сердечного ритма у детей и подростков в условиях санаторно-курортного лечения // Материалы XXIII съезда Физиологического общества имени И.П. Павлова. – Воронеж: ИСТОКИ, 2017. – С. 912–914.

4. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Удмуртский университет, 2009. – 255 с.

5. Aguilar G.M.J. Salivary cortisol as an indicator of physological stress in children and adults; a systematic review / G.M.J. Aguilar, L.A.M. Sanchez, V.N. Mur, et al. // Nutr. Hosp. – 2014. – Vol., 29, № 5. – P. 960–968.

6. Kang J.Y. Puberty-related changes in cortisol, dehydroepiandrosterone, and estradiol-17β secretions within the first hour after waking in premenarcheal girls / J.Y. Kang, J.Y. Park, S.I. Chum, et al. // Neuroendocrinology. – 2014. – Vol. 99, № 3–4. – P. 168–177.

REFERENCES

1. Vasil'eva A.O., Pavlova G.V., Karaeva T.F., Vaganova N.P. Opredelenie biohimicheskogo sostava sljuny u shkol'nikov s razlichnoj fizicheskoj nagruzkoj v kompleksnyh gigienicheskih issledovanijah [Determination of saliva biochemical composition in schoolchildren with different physical exertion in complex hygienic investigations]. *Sovrem. probl. nauki i obrazovan.* [Modern problems of science and education], 2013, no. 5, p. 350. (In Russ.; abstr. in Engl.).

2. Komissarova O.V., Dorohov E.V. Vozrastnye osobennosti variabel'nosti serdechnogo ritma detej v usloviyah sanatorno-kurortnogo lecheniya s ispol'zovaniem speleoklimatoterapii [Age caracteristics of heart rate variability in children during the sanatorium treatment by speleoclimatotherapy]. *Vestnik novyh medicinskih tekhnologij* [Bulletin of new medical technologies], 2016, no. 3, Publ. 2–13. (In Russ.; abstr. in Engl.).

3. Komissarova O.V., Dorohov E.V. Pokazateli variabel'nosti serdechnogo ritma u detej i podrostkov v usloviyah sanatorno-kurortnogo lecheniya [Heart rate variability in children and adolescents in sanatorium treatment]. In Materialy XXIII sezda Fiziologicheskogo obshchestva imeni I. P. Pavlova [Materials of the XXIII Congress of the Physiological Society named after I.P. Pavlov]. Voronezh: ISTOKI, 2017. P. 912–914.

4. Shlyk N.I. Serdechnyj ritm i tip regulyacii u detej, podrostkov i sportsmenov: monografiya [The heart rate and regulation type of children, teenagers and sportsmen: monograph]. Izhevsk: «Udmurtskij universitet», 2009. 255 p.

5. Aguilar G.M.J. Salivary cortisol as an indicator of physological stress in children and adults; a systematic review. Nutr. Hosp., 2014, Vol., 29, no. 5, pp. 960–968.

6. Kang J.Y. Puberty-related changes in cortisol, dehydroepiandrosterone, and estradiol-17β secretions within the first hour after waking in premenarcheal girls. Neuroendocrinology, 2014, Vol. 99, no. 3–4, pp. 168–177.

Контактная информация

Комиссарова Ольга Валерьевна – ассистент кафедры нормальной физиологии, Воронежский государственный медицинский университет, e-mail: ov-komissarova@yandex.ru