

УСТОЙЧИВОСТЬ К ГИПОКСИИ И ВЕСТИБУЛЯРНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВОСПИТАННИКОВ И ВОСПИТАНИЦ 6–14 ЛЕТ СОЦИАЛЬНО-РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ЦЕНТРА

А.В. Ненашева, А.С. Аминов, Н.В. Позина, Д.В. Чайченко, В.И. Ляпкало
ЮУрГУ, г. Челябинск

В статье представлены возрастные характеристики устойчивости к гипоксии и вестибулярной устойчивости воспитанников СРЦ 6–14 лет до и после применения оздоровительных технологий.

Введение. Способность организма к адаптации, особенно организма ребенка, определяется совокупностью морфологических и функциональных слагаемых, в число которых входят морфометрия, физиометрия, развитие физических качеств, функциональное состояние физиологических систем и другие. Было установлено, что дети СРЦ отличны по указанным параметрам от детей из благополучных семей, имеют нарушенный адаптационный потенциал, что может явиться причиной нарушения адаптации к различным воздействиям и факторам окружающей среды. Использовали разнообразные функциональные воздействия не выходящие за параметры физиологических значений. В частности, исследовали устойчивость к гипоксии и статокINETическим воздействиям.

Умеренная толерантность рассматривается как проявление функциональной недостаточности или чрезмерной активности нейрорефлекторной регуляции кислородтранспортной функции. Физиологическим базисом высокой толерантности к гипоксии являются гомеостатические механизмы, обеспечивающие высокий уровень физической работоспособности, в том числе хорошее функционирование кислородтранспортной системы, характеризующее брадикардию, относительной брадикардией, гипокинетическим типом кровообращения [8].

Функциональное состояние вестибулярной системы является одним из существенных моментов успешного осуществления операторской, спортивной и других видов человеческой деятельности. Высокая вестибулярная устойчивость является показателем резервных возможностей человека. Она позволяет вырабатывать и поддерживать различные двигательные навыки, способствует освоению программы обучения при занятиях спортивными упражнениями, стабилизирует соревновательную деятельность [9].

Организация и методы исследования. В исследовании приняли участие воспитанники социально-реабилитационного центра Курчатовского района г. Челябинска. Всего в обследовании участвовало 165 девочек и 163 мальчика в возрастном периоде 6–14 лет.

Для определения устойчивости организма детей к гипоксии нами использован один из интегральных показателей, отражающий не только функциональное состояние кардиореспираторной системы, но и вегетативной нервной системы – длительность времени задержки дыхания на вдохе и выдохе – пробы Штанге и Генча [4, 5]. Продолжительность задержки дыхания у детей невелика, так как у них очень высокая скорость обмена веществ, большая потребность в кислороде и низкая адаптация к анаэробным условиям. У них очень быстро снижается содержание оксигемоглобина в крови и уже при его содержании 90–92 % в крови задержка дыхания прекращается. Длительность задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) в возрасте 7–11 лет порядка 20–40 с, а на выдохе (проба Генчи) – 15–20 с. В основе низких результатов пробы Штанге лежит ареактивность нейрорефлекторной регуляции кислородтранспортной функции в сочетании с очень высокой реактивностью периферических хеморецепторов. Умеренная гипоксия стимулирует хеморецепторы синокаротидных клубочков и других рефлексогенных зон и повышает симпатoadреналовые влияния на сердце [1, 3].

Результаты исследования и их обсуждение. Устойчивость вестибулярного аппарата, к гипоксии и эффективность воздействия коррекционно-оздоровительной программы у воспитанниц СРЦ представлены в табл. 1.

Как следует из табл. 1, показатели проб Штанге и Генча увеличились во всех возрастных периодах достоверно ($P < 0,001$).

Система дыхания совершенствуется с возрастом. Увеличивается длительность дыхательного цикла и скорость вдоха, продолжительнее становится выдох (особенно пауза на выдохе), снижается чувствительность дыхательного центра к недостатку кислорода и избытку углекислого газа. Совершенствуется регуляция дыхания, в том числе произвольная регуляция при осуществлении речевой функции. Экономизируются дыхательные реакции на нагрузки. Дыхательные функции испытывают некоторые трудности развития в период полового созревания. Задержка роста грудной клетки при значительном вытягивании тела

Таблица 1

Показатели устойчивости к гипоксии и вестибулярной воспитанниц 6–14 лет СРЦ

Статистика	Проба Штанге (с)	Проба Генча (с)	Проба Ромберга (с)	Хождение по прямой	
				влево	вправо
6 лет (девочки n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	22,17 ± 0,63	16,61 ± 0,36	9,39 ± 0,95	17,67 ± 0,77	10,61 ± 0,64
Через год после применения авторской программы					
M ± m	27,64 ± 0,41	18,94 ± 0,19	12,34 ± 0,48	14,23 ± 0,53	9,84 ± 0,28
P	< 0,001	< 0,001	< 0,05	< 0,01	–
7 лет (девочки n = 19)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	17,89 ± 0,60	16,63 ± 0,34	11,66 ± 0,77	13,16 ± 0,62	12,95 ± 0,49
Через год после применения авторской программы					
M ± m	29,51 ± 0,32	19,68 ± 0,29	14,89 ± 0,27	11,20 ± 0,38	10,36 ± 0,22
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,001
8 лет (девочки n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	22,33 ± 0,73	19,28 ± 0,51	10,55 ± 0,13	9,33 ± 0,67	9,50 ± 0,53
Через год после применения авторской программы					
M ± m	35,24 ± 0,21	23,01 ± 0,33	15,23 ± 0,26	8,17 ± 0,22	8,09 ± 0,26
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	–	< 0,05
9 лет (девочки n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	22,39 ± 0,60	22,11 ± 0,93	14,22 ± 0,20	9,89 ± 0,73	8,44 ± 0,60
Через год после применения авторской программы					
M ± m	40,20 ± 0,37	25,01 ± 0,22	19,01 ± 0,26	7,68 ± 0,22	6,23 ± 0,24
P	< 0,001	< 0,01	< 0,001	< 0,01	< 0,01
10 лет (девочки n=18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	32,72 ± 0,67	18,89 ± 0,20	18,78 ± 0,20	7,05 ± 0,33	10,00 ± 0,66
Через год после применения авторской программы					
M ± m	46,12 ± 0,28	22,61 ± 0,33	25,91 ± 0,24	3,20 ± 0,30	6,74 ± 0,27
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
11 лет (девочки n = 19)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	29,79 ± 0,75	18,79 ± 0,28	18,47 ± 0,53	10,37 ± 0,92	14,31 ± 0,77
Через год после применения авторской программы					
M ± m	42,64 ± 0,44	20,98 ± 0,34	25,30 ± 0,50	6,84 ± 0,27	10,01 ± 0,31
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,001
12 лет (девочки n = 20)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	22,10 ± 0,59	20,75 ± 0,53	19,25 ± 0,35	7,90 ± 0,59	6,35 ± 0,29
Через год после применения авторской программы					
M ± m	46,24 ± 0,23	24,86 ± 0,46	26,63 ± 0,47	3,52 ± 0,18	3,02 ± 0,35
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
13 лет (девочки n=17)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	23,47 ± 0,46	24,53 ± 0,95	22,41 ± 0,60	9,76 ± 0,81	4,72 ± 0,30
Через год после применения авторской программы					
M ± m	47,98 ± 0,29	22,32 ± 0,45	28,03 ± 0,30	6,36 ± 0,32	3,53 ± 0,11
P	< 0,001	< 0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,01
14 лет (девочки n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	25,11 ± 0,87	18,05 ± 0,66	20,55 ± 0,67	6,22 ± 0,27	5,81 ± 0,25
Через год после применения авторской программы					
M ± m	48,72 ± 0,38	25,60 ± 0,28	24,82 ± 0,46	4,50 ± 0,73	7,33 ± 0,20
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,05	< 0,001

затрудняет дыхание у подростка. Вес легких в 12 лет оказывается в 10 раз больше первоначального, но все же вдвое меньше, чем у взрослых. Повышенные возбудимости дыхательного центра и временные нарушения регуляции дыхания вызывают у подростков особую непереносимость кислородного дефицита. В этот период у подростков наблюдается неритмичность дыхания, незавершен еще процесс расширения воздухоносных путей. Носовые ходы у детей узкие, их формирование заканчивается к 14–15 годам. Развитие новых ветвей бронхиального дерева, заметно усилившееся еще до начала пубертатного периода, ускоряется после его окончания. После 11–12 лет процесс расширения бронхов начинает преобладать над их удлинением. Происходит бурное развитие альвеол [8].

Вестибулярная устойчивость определялась пробой Ромберга и хождением по прямой. Достоверные различия показателей пробы Ромберга у девочек наблюдались во всех возрастных группах ($P < 0,05-0,001$). В хождении по прямой с отклонением в левую сторону достоверные изменения наблюдались в во всех возрастных группах ($P < 0,05-0,001$).

Устойчивость к гипоксии и вестибулярной устойчивости у воспитанников СРЦ представлена в табл. 2.

Как видно из представленных данных табл. 2, у мальчиков проба Штанге изменялась аналогично, как и у девочек. Достоверные увеличения наблюдались во всех возрастных группах ($P < 0,001$), а в пробе Генча достоверные изменения произошли в возрасте 7–10 лет ($P < 0,05-0,001$), 12–14 лет ($P < 0,001-0,05$). У детей 6–10 лет в пробах Штанге и Генча приоритетнее выглядели девочки, а затем доминантно мальчики.

В пробе Ромберга показатели мальчиков превосходили данных девочек. Достоверные различия наблюдались во всех возрастах ($P < 0,001$). При хождении по прямой с отклонением в левую сторону достоверные изменения наблюдались в возрасте 6–7 лет ($P < 0,05-0,01$), 9–11 лет ($P < 0,05-0,001$), 13–14 лет ($P < 0,01-0,001$), а в правую сторону 6–7 лет ($P < 0,05-0,001$), 10–11 лет ($P < 0,05$) и в 14 лет ($P < 0,05$).

Сравнение полученных показателей с детьми контрольной группы общеобразовательных учреждений и нормативными данными выявило отклонение в пробах Ромберга, Штанге и Генча [6], ниже нормативных показателей. Дифференциация оценок осуществлялась по разработанным шкалам [7].

Более низкие показатели при применении проб Штанге и Генча могут быть обусловлены многими компонентами, участвующими в организации дыхания:

1. Повышением тонуса блуждающего нерва, чувствительности механорецепторов, что приводит к более раннему включению рефлексов Геринга – Брейра. Согласно этой рефлекторной гипотезе, дыхательная ритмика организована по типу

саморегуляции. Растяжение или спадение легких, через соответствующие механорецепторы вызывает торможение или активацию вдоха. Аfferентная импульсация обеспечивается волокнами блуждающего нерва связывающего рецепторы с дыхательным центром.

2. Повышением чувствительности хеморецепторов к изменению газового состава крови. Управление дыханием осуществляется по принципу обратной связи, по отклонению регулируемых параметров парциального давления углекислого газа и кислорода от физиологических значений. Первым звеном реагирующим на изменение газового состава крови являются рецепторы, далее аfferентный сигнал сравнивается с сигналом установки, что приводит к изменению функциональной активности дыхательного центра.

3. Повышением чувствительности дыхательного центра к углекислому газу и смещению кислотности-основных параметров.

4. Изменением высшего коркового отдела нервной сознательной регуляции дыхания. Влияние коры большого мозга на дыхательные движения выражается в возможности останавливать дыхание вне строгой зависимости от напряжения углекислого газа в крови.

5. Психологическое состояние, так как страх, радость, ориентировочные реакции и многое другое отражаются на характере дыхательных движений. Общепринято, что практически любое воздействие через соответствующую соматическую или висцеральную аfferентацию сказывается на работе дыхательного центра.

6. Преобладанием на всех регуляторных уровнях процессов возбуждения над процессами торможения [2].

Снижение вестибулярной устойчивости сопровождается ухудшением функционального состояния и нарушением работоспособности. Вестибулосенсорные, вестибулосоматические и вестибуловегетативные реакции, возникающие при выполнении различных видов деятельности, создают условия, вызывающие утомление. Установлено, что важнейшие центры головного мозга и рецепторные образования вестибулярного аппарата при воздействии на них ускорений находятся в состоянии физиологического возбуждения с соответствующей активацией метаболических процессов. Это, в свою очередь, требует повышенной доставки кислорода и энергетических ресурсов в данные центры и рецепторы, в том числе и в эндолимфу ушного лабиринта. Поступление веществ зависит от объема циркулирующей крови в сосудах внутреннего уха. Помимо вышеуказанных моментов на данные процессы могут влиять и статокINETические воздействия, которые приводят к динамическому нарушению в системе «слуха», обеспечивающей питание лабиринта. Очевидно, в этих случаях наступает относительная недостаточность кислородного и энергетического

Таблица 2

Показатели устойчивости к гипоксии и вестибулярной воспитанников 6–14 лет СРЦ

Статистика	Проба Штанге (с)	Проба Генча (с)	Проба Ромберга (с)	Хождение по прямой	
				влево	вправо
6 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	17,39 ± 0,60	21,72 ± 0,80	14,00 ± 01,47	9,83 ± 0,67	7,00 ± 0,93
Через год после применения авторской программы					
M ± m	24,98 ± 0,29	22,06 ± 0,24	20,32 ± 0,32	7,23 ± 0,22	5,01 ± 0,20
P	< 0,001	–	< 0,001	< 0,01	< 0,05
7 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	23,61 ± 0,72	17,78 ± 0,93	17,89 ± 0,53	7,72 ± 0,73	9,22 ± 0,80
Через год после применения авторской программы					
M ± m	30,28 ± 0,33	20,01 ± 0,35	22,65 ± 0,33	5,64 ± 0,26	7,28 ± 0,27
P	< 0,001	< 0,05	< 0,001	< 0,05	< 0,05
8 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	22,39 ± 0,67	19,78 ± 0,53	13,55 ± 0,80	8,22 ± 0,83	5,78 ± 0,33
Через год после применения авторской программы					
M ± m	32,06 ± 0,24	24,90 ± 0,36	19,64 ± 0,41	6,70 ± 0,24	4,12 ± 0,23
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	–	< 0,001
9 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	25,17 ± 0,53	22,05 ± 0,52	18,00 ± 0,50	11,00 ± 0,67	7,00 ± 0,93
Через год после применения авторской программы					
M ± m	36,77 ± 0,29	23,54 ± 0,32	24,78 ± 0,33	9,28 ± 0,28	5,98 ± 0,33
P	< 0,001	< 0,05	< 0,001	< 0,05	–
10 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	32,00 ± 0,87	29,22 ± 0,40	20,78 ± 0,40	13,89 ± 0,20	8,33 ± 0,40
Через год после применения авторской программы					
M ± m	46,62 ± 0,26	29,83 ± 0,37	25,36 ± 0,33	10,35 ± 0,23	7,37 ± 0,22
P	< 0,001	–	< 0,001	< 0,001	< 0,05
11 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	31,50 ± 0,64	25,83 ± 0,53	21,89 ± 0,47	12,33 ± 0,67	8,55 ± 0,73
Через год после применения авторской программы					
M ± m	42,30 ± 0,34	26,22 ± 0,30	26,12 ± 0,32	10,27 ± 0,33	6,77 ± 0,30
P	< 0,001	–	< 0,001	< 0,05	< 0,05
12 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	30,00 ± 0,58	18,44 ± 0,23	20,89 ± 0,67	9,67 ± 0,73	5,40 ± 0,67
Через год после применения авторской программы					
M ± m	45,32 ± 0,31	22,63 ± 0,33	28,72 ± 0,27	8,12 ± 0,27	4,72 ± 0,24
P	< 0,001	< 0,001	< 0,001	–	–
13 лет (мальчики n = 18)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	31,89 ± 0,80	20,72 ± 0,47	21,78 ± 0,53	10,33 ± 0,37	4,44 ± 0,40
Через год после применения авторской программы					
M ± m	47,18 ± 0,34	23,91 ± 0,36	29,01 ± 0,30	9,02 ± 0,26	4,00 ± 0,22
P	< 0,001	< 0,01	< 0,001	< 0,01	–
14 лет (мальчики n = 19)					
При поступлении в социально-реабилитационный центр					
M ± m	33,05 ± 0,43	24,89 ± 0,39	13,37 ± 0,85	7,78 ± 0,36	6,31 ± 0,48
Через год после применения авторской программы					
M ± m	49,18 ± 0,30	26,02 ± 0,32	22,64 ± 0,31	6,23 ± 0,12	5,00 ± 0,28
P	< 0,001	< 0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,05

обеспечения, что влечет за собой ухудшение функционального состояния, относительную гипоксию и энергетическое голодание важнейших центров головного мозга и самих вестибулярных образований [9].

Высокая чувствительность кожных рецепторов, двигательной и вестибулярной сенсорных систем, тонкие дифференцировки мышечного чувства способствуют развитию хорошей координации движений, их плавности и четкости. Устойчивость вестибулярных реакций особенно возрастает в периоде с 8 до 13–14 лет. В этом возрасте быстро совершенствуется двигательная сенсорная система, растет способность дифференцировать амплитуду движений. Важно использовать этот период развития организма для совершенствования координации движений, повышения устойчивости вестибулярного аппарата, овладения статическим и динамическим равновесием, формирования сложных двигательных навыков [8].

Достаточно хорошо известно, что физическая нагрузка способствует оптимизации дыхания, через тренировку и более эффективную работу афферентных систем, дыхательного центра, эфферентных путей. Показано, что увеличение минутного объема дыхания при физической нагрузке реализуется не через отклонение газового состава крови, а от рецепторов двигательного аппарата и обеспечивает инвариантность дыхательных переменных по отношению к возмущающим воздействиям. Кроме того, коррекционно-оздоровительная программа нормализует психологическое состояние ребенка, снимает возбуждение, способствует оптимизации тормозных процессов.

Таким образом, после применения оздоровительных технологий (аэробные упражнения, подвижные игры, массаж, закаливание, бассейн, сауна и др.) изучаемые показатели во всех возрастных группах соответственно повысились. Результаты исследования позволили заключить, что для детей СРЦ благоприятно влияет комплексная программа улучшения и корректировки психического, функ-

ционального и физического развития во все возрастные периоды.

Литература

1. Агаджанян, Н.А. *Адаптация и резервы организма* / Н.А. Агаджанян. – М.: ФиС, 1983. – 176 с.
2. Адроге, Горасио Дж. *Дыхательная недостаточность* / Горасио Дж. Адроге, Мартин Дж. Тобин; пер. с англ. – М.: Медицина, 2003. – 528 с.
3. Березовский, В.А. *Ритмы биологических процессов как проявление индивидуальной реактивности и конституции индивида* / В.А. Березовский // Патол. физиология и эксперим. терапия. – 1981. – № 3. – С. 3.
4. Заболотский, И.Б. *Физиологические основы различных функциональных состояний у здоровых и больных лиц с разной толерантностью к гиперкапнии и гипоксии: дис. ... д-ра мед. наук* / И.Б. Заболотский. – СПб., 1993. – 297 с.
5. Заболотский, И.Б. *Физиологические эффекты произвольной задержки дыхания* / И.Б. Заболотский // Физиология человека. – 1990. – № 1 – С. 118–126.
6. Исаев, А.П. *Двигательная активность, физическое развитие и метаболизм учащихся начального звена школы в связи с модернизацией образования и разработкой концепции физической культуры и спорта* / А.П. Исаев, А.В. Ненашева, А.М. Мкртумян и др. // Спорт, физическая культура и здоровье: сб. науч. ст. ученых Сибири и Урала. – Вып. 2. – Тюмень. Изд-во «Вектор-Бук», 2002. – С. 55–74.
7. Исаев, А.П. *Образовательный проект «Валеологический лагерь» (лагерь здоровья)* / А.П. Исаев, Ю.М. Чернецкий, Г.С. Яркова. – Челябинск: Изд-во ЧИРПО, 2001. – 77 с.
8. Солодков, А.С. *Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная* / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М.: Терра-Спорт: Олимпия Пресс, 2001. – 520 с.
9. Шаров, Б.Б. *Основы теории функциональных систем в физиологии экстремальных состояний* / Б.Б. Шаров. – Челябинск, 2006. – 102 с.