

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ МАЛЬЧИКОВ 12-14 ЛЕТ НА ФОНЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Поднебесная Е.В.

Запорожский национальный университет

Аннотация. В работе исследуются особенности регуляции центрального и периферического кровообращения у мальчиков 12-14 лет, занимающихся в школе казацких боевых искусств «Спас» и детей, не занимающихся спортом того же возраста. Рассматривается реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку. Под влиянием занятий в школе казацких боевых искусств отмечалась выраженная оптимизация функционального состояния и адаптационных способностей организма мальчиков

Ключевые слова: мальчики, центральное и периферическое кровообращение, физическая нагрузка, физическая работоспособность

Анотація. Піднебесна К.В. Особливості регуляції центрального та периферичного кровообігу хлопців 12-14 років на тлі фізичного навантаження. У роботі досліджуються особливості регуляції центрального та периферичного кровообігу хлопчаків 12-14 років, які займаються в школі козацьких бойових мистецтв «Спас» та дітей не займаючихся того ж віку. Розглядається реакція серцево-судинної системи на фізичне навантаження. Під впливом занять у школі козацьких бойових мистецтв відзначалася виражена оптимізація функціонального стану й адаптаційних здатностей організму хлопчиків.

Ключові слова: хлопчаків, центральний і периферичний кровообіг, фізичне навантаження, фізична працездатність.

Annotation. Podnebesnaya K.V. Especially regulation of central and peripheral circulation of blood of boys are 12-14 years by physical loading. In work the especially regulation of central and peripheral circulation of blood of boys are 12-14 years, be engaged at school of cossack martial arts «Spas» and children of not going in for sports. The reaction of the system of circulation of blood is examined on the physical loading. Under effect of occupations at school of cossack fighting arts the expressed optimization of a functional state and elasticities of an organism of boys was registered.

Key words: boys, central and peripheral circulation of blood, physical loading, physical capacity for work.

Введение.

Изучение реакции сердечно-сосудистой системы детей на физическую нагрузку, отличающейся от таковой у взрослых, концентрируют на себе внимание исследователей изучающих механизмы такой разницы [1,5,6]. Известно, что возрастные особенности сердечно-сосудистой системы детей ограничивают приспособительные возможности организма, что подтверждается ограничением возможной мощности работы и инотропного обеспечения минутного объема крови, обусловленного меньшим объемом сердца и его функциональными возможностями [4].

Сообщается, что в течение динамической физической нагрузки частота сердечных сокращений и ударный объем крови у детей бывает меньше, чем у взрослых, а восстановление данного показателя более быстро происходит у детей [7], и, вероятно, эта разница обуславливается меньшими размерами сердца и меньшей абсолютной суммой мышц, создающих данный режим работы у детей.

Одним из быстрых и эффективных методов оценки, как степени тренированности, так и функционального состояния сердечно-сосудистой системы является компьютерная диагностическая программа «ШВСМ» и «ШВСМ-Интеграл» [2,3].

Актуальность и несомненная практическая значимость данной проблемы послужили предпосылками для проведения настоящего исследования

Работа выполнена по плану НИР Запорожского национального университета

Формулирование целей работы.

Целью данной работы явился сравнительный анализ регуляции центрального и периферического кровообращения, а также работоспособности школьников 12-14 лет на фоне физической нагрузки.

Материалы и методы. В экспериментальном исследовании участвовало 103 мальчика в возрасте 12-14 лет, из них 48 занимающихся казацким боевым искусством «Спас» и 55 детей, не занимающихся спортом. Показатели центрального кровообращения оценивались методом тетраполярной реоплетизмографии с помощью анализатора «Кардио +» утром, натощак, в положении стоя, лежа и сидя. Измерялись следующие показатели: среднее артериальное давление (АДср., мм.рт.ст) – методом Короткова частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), ударный индекс (УИ, мл/м²), сердечный индекс (СИ, л/мин/м²), удельное периферическое сопротивление сосудов (УПС, дин*с*см⁻⁵). Периферическое кровообращение оценивалось по показателям пульсового артериального (ПАК) и минутного (МАК) артериального кровенаполнения, тонуса регионарных артерий крупного калибра (Ткр), тонуса регионарных артерий среднего калибра (Тср), тонуса регионарных артерий мелкого калибра (Тм), венозного оттока (ВО). Реакция на физическую нагрузку исследовалась в два этапа (по 5 минут каждый) с помощью велоэргометра. Величины предъявляемой нагрузки и уровень функционального состояния определялись с помощью программы «ШВСМ» в соответствии с антропометрическими данными. Программно у обследуемого автоматически определялись основные параметры функционального состояния расчет величин $aPWC_{170}$ (кгм/мин), $oPWC_{170}$ (кгм/мин/кг), $aMPK$

(л/мин) и оМПК (л/мин/кг) проводился по стандартным формулам; определение значений алактатной мощности (АЛАКм, Вт/кг), лактатной мощности (ЛАКм, Вт/кг) алактатной емкости (АЛАКе, %), лактатной емкости (ЛАКе, %), порога анаэробного обмена (ПАНО, %), частоты сердечных сокращений на уровне ПАНО (ЧСС-пано, уд/мин) и общей метаболической емкости (ОМЕ, у.е.) - по формулам, разработанными авторами программы «ШВСМ». На основе анализа всех полученных данных с учетом пола, возраста, антропометрических данных обследуемого рассчитывались уровень функциональной подготовленности (УФП баллы), общей выносливости (ОВ баллы), скоростной выносливости (СВ баллы), скоростно-силовой выносливости (ССВ баллы), экономичности системы энергообеспечения (ЭСЭ баллы) и резервных возможностей (Рез.В баллы) ЭКГ при проведении велоэргометрической пробы регистрировалась в отведениях по Небу. Полученные результаты учитывались стандартными статистическими параметрическими методами.

Результаты исследований.

В первой группе (12 лет) на фоне велоэргометрической нагрузки наблюдалось увеличение АДср у спортсменов на 16% и 26% (после первой и второй нагрузки) и не спортсменов на 14% и 20% соответственно. Прирост ЧСС составил у спортсменов 37% и не спортсменов 33% после первой нагрузки и 57% и 65% соответственно на втором этапе велоэргометрии. В группе спортсменов УИ увеличивается незначительно после первой нагрузки (прирост на 5%), а после второй нагрузки идентичен исходному, а в группе не спортсменов этот показатель значительно снижается на 11% и 26% соответственно. Мы видим достоверное увеличение показателей СИ в обеих группах, что происходит за счет увеличения ЧСС (табл.1)

таблица 1

Показатели центрального и периферического кровообращения (12 лет)

n=40	спортсмены					не спортсмены				
	СИДЯ	I	%	II	%	СИДЯ	I	%	II	%
	M+m	M+m	M+m	M+m	M+m	M+m	M+m	M+m	M+m	M+m
АДср	72,05	83,72	116	90,47	126	72,24	82,47	114	86,33*	120**
	1,43	1,23	1,47	1,66	1,84	1,08	1,39	1,69	1,15	1,33
ЧСС	83	115	137	131	157	81	108	133	134	165
	2,11	4,15	3,62	3,77	2,87	1,70	2,70	2,50	4,33	3,23
СФС	2,59	2,78	107	3,01	116	2,25	2,56	114	2,31***	103*
	0,13	0,10	3,59	0,12	4,15	0,11	0,13	5,11	0,10	4,18
УИ	31,36	32,79	105	31,26**	100**	34,19	30,36	89	25,17	74
	1,71	2,55	7,78	1,37	4,37	1,95	1,63	5,36	1,73	6,86
СИ	2,60	3,61	139	4,04	155	2,76	3,27	118**	3,30**	120***
	0,14	0,15	4,25	0,15	3,60	0,15	0,19	5,91	0,21	6,42
УПС	2341	1918	82	1824**	78***	2228	2195	99	2243	101
	137,35	86,98	4,54	62,05	3,40	130,34	168,74	7,69	125,41	5,59
	голень					голень				
ПАК	1,31	1,45	111	1,69	129	1,07	1,14	106	1,47	137
	0,20	0,20	14,01	0,23	13,61	0,15	0,18	15,87	0,25	16,74
МАК	109,94	178,89	163	231,64	211	87,72	127,17	145	201,13	229
	16,30	26,42	14,77	32,60	14,07	12,30	21,10	16,59	34,65	17,23
Ткр	2,26	2,86	127	3,13	138	1,72	2,11	123	2,45	143
	0,29	0,39	13,78	0,37	11,89	0,25	0,36	16,94	0,41	16,83
Тср	1,07**	1,53	143	1,79**	167	0,60	1,02	171	1,11	186
	0,16	0,28	17,99	0,24	13,13	0,09	0,19	18,72	0,20	17,71
Тм	0,24	0,27	112	0,25	105	0,26	0,35	134	0,26	100
	0,02	0,03	12,18	0,02	6,51	0,03	0,05	13,26	0,03	12,10
Вор	0,24	0,28	117	0,27	113	0,58***	0,69***	120	0,42***	74**
	0,03	0,03	11,62	0,02	9,01	0,08	0,11	15,77	0,05	10,82

Примечание: Показатели в % даны относительно показателей в положении сидя.

· - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

Реакция на двухэтапную дозированную нагрузку при нагрузке меньшей и большей мощности показывает однонаправленную динамику на увеличение пульсового и минутного артериального кровотока голени.

Увеличение венозного оттока наблюдается в группе спортсменов при первой и второй нагрузках (Вор на 17% и 13% соответственно), а у не спортсменов мы видим достоверное увеличение его после первой нагрузки (Вор на 20%) и снижение после второй на 26%, что говорит о венозном депонировании. При обеих нагрузках отмечается снижение тонуса крупных (Ткр на 27% и 38% у спортсменов и Ткр на 23% и 43% у не спортсменов)

и средних артерий (Тср на 43% и 67%; Тср на 71% и 86% соответственно) на фоне увеличения тонуса артерий мелкого калибра (табл.1).

Таблица 2

Показатели центрального и периферического кровообращения (13 лет)

n=34	спортсмены					не спортсмены				
	СИДЯ	I	%	II	%	СИДЯ	I	%	II	%
	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}
АДср	75,93	87,20	115	89,13	117	76,44	89,15	117	93,61	122*
	1,14	0,96	1,10	0,68	0,76	1,40	1,58	1,78	2,26	2,41
ЧСС	85*	105**	124	128	150***	80	95	119	131	165
	1,56	2,13	2,02	4,10	3,21	2,05	3,16	3,33	4,34	3,31
СФС	2,63**	2,98***	114	3,23***	123**	2,15	2,27	105	2,19	102
	0,15	0,15	5,02	0,15	4,62	0,12	0,16	6,92	0,17	7,63
УИ	34,12	35,93	105	34,49	101	20,21***	22,92***	113	17,85***	88
	2,31	2,44	6,78	2,50	7,26	1,48	2,07	9,05	1,84	10,33
СИ	2,91***	3,76***	129	4,33***	149	1,62	2,21	137	2,33	144
	0,21	0,24	6,46	0,26	5,94	0,13	0,23	10,54	0,23	9,98
УПС	2269***	2005***	88	1782***	79	4202	3832	91	3648	87
	175,93	158,97	7,93	156,96	8,81	325,68	373,43	9,75	274,37	7,52
	голени					голени				
ПАК	1,06	1,12	106	1,35	127	0,90	0,98	110	1,03	114
	0,18	0,19	16,66	0,25	18,36	0,08	0,14	13,87	0,15	14,51
МАК	90,97	120,25	132	183,36	202	71,26	92,44	130	130,57	183
	16,41	20,94	17,41	34,32	18,72	7,01	13,38	14,48	18,22	13,95
Ткр	1,48**	1,62*	110	2,10	142	0,69	0,85	123	1,16	168
	0,27	0,30	18,51	0,41	19,29	0,16	0,23	27,44	0,35	29,88
Тср	0,73**	0,69	95*	1,13**	155	0,30	0,47	156	0,46	154
	0,12	0,11	16,12	0,20	17,31	0,07	0,11	23,02	0,15	31,75
Тм	0,30	0,27	90	0,32	107	0,38	0,33	87	0,43	114
	0,05	0,03	12,74	0,04	13,82	0,03	0,03	10,59	0,05	11,49
Вор	0,40**	0,33**	82	0,42*	107	0,57	0,58	101	0,61	107
	0,05	0,03	9,89	0,03	7,81	0,05	0,08	14,32	0,07	10,73

Примечание: Показатели в % даны относительно показателей в положении сидя.

* - P < 0,05; ** - P < 0,01; *** - P < 0,001

Во второй группе исследования (13 лет) мы наблюдаем достоверное увеличение по АДср как у спортсменов, так и не спортсменов после двух нагрузок. Прирост по ЧСС отмечается в обеих группах, но у не спортсменов он более высокий после второй нагрузки (ЧСС на 65%). Ударный индекс увеличивается незначительно после первой нагрузки (УИ на 5 % у спортсменов и 13% у не спортсменов), а после второй нагрузки он практически не изменяется у спортсменов и снижается у не спортсменов (УИ на 12%). Наблюдается достоверное увеличение СИ по всей выборке, и снижение удельного периферического сопротивления после обеих нагрузок (УПС на 12% и 21% у спортсменов, УПС 9% и 13% у не спортсменов), таблица 3

Таблица 3

Показатели центрального и периферического кровообращения (14 лет)

n=29	спортсмены					не спортсмены				
	СИДЯ	I	%	II	%	СИДЯ	I	%	II	%
	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}	M _{±m}
АДср	81,89***	90,17**	110	90,82	111**	75,38	83,25	110	89,91	119
	0,86	1,82	2,01	1,79	1,97	1,20	1,68	2,02	1,99	2,22
ЧСС	75	92	122	123	164	74	88	120	116	158
	2,23	4,15	4,53	6,04	4,91	2,40	2,45	2,77	5,53	4,77
СФС	2,03	2,48**	122***	2,72***	134***	2,23	1,80	81	2,01	90
	0,05	0,13	5,31	0,21	7,60	0,09	0,09	4,92	0,06	3,05
УИ	27,10	32,43	120**	28,11	104**	35,15	30,20	86	26,12	74
	1,88	3,08	9,50	1,90	6,75	5,04	2,73	9,05	2,41	9,23
СИ	2,07	3,08	149	3,50	170	2,56	2,62	103**	3,10	121**

	0,19	0,41	13,15	0,36	10,32	0,36	0,23	8,71	0,41	13,29
УПС	3504	2850	81	2354	67	2976	2952	99	2876	97
	311,80	342,88	12,03	245,33	10,42	314,63	329,51	11,16	344,17	11,97
	голени					голени				
ПАК	1,26	1,32	104	1,62	129	0,46***	0,39***	85	0,20***	44***
	0,04	0,13	10,00	0,21	12,80	0,06	0,03	8,75	0,05	22,28
МАК	95,34***	121,07***	127***	204,32***	214***	33,59	33,95	101	22,26	66
	3,17	11,12	9,18	27,03	13,23	3,58	2,30	6,77	4,93	22,17
Ткр	1,76	2,10	119	2,87	163	0,48***	0,51***	106	0,43***	90**
	0,33	0,40	19,33	0,55	19,04	0,09	0,09	16,89	0,07	16,97
Тср	0,87***	0,87***	100	1,16**	134	0,30	0,19	65	0,33	112
	0,16	0,14	15,94	0,28	23,85	0,07	0,06	29,16	0,09	26,52
Тм	0,46	0,35	77	0,31	68	0,39	0,32	81	0,39	99*
	0,08	0,04	12,47	0,03	11,05	0,05	0,04	11,41	0,04	9,25
Вор	0,43	0,37	86	0,57	132	0,51	0,35	70	0,50	99**
	0,03	0,04	10,57	0,03	6,05	0,09	0,03	8,18	0,06	12,56

Примечание: Показатели в % даны относительно показателей в положении сидя.

- P < 0,05; ** - P < 0,01; *** - P < 0,001

Увеличение показателей пульсового и минутного артериального после первой и второй нагрузки кровообращения носило однонаправленный характер в обеих группах. По показателям тонуса артериальных сосудов крупного калибра наблюдается достоверное снижение в обеих группах как после первой (Ткр = 110±18,51 и 123±27,44 у спортсменов и не спортсменов соответственно) так и после второй нагрузок (Ткр = 142±19,29 и 168±29,88).

Тонус артерий среднего калибра значительно снижается после второй нагрузки в обеих группах (Тср на 55% у спортсменов и на 54% у не спортсменов). Тонус артерий мелкого калибра снижается после первой нагрузки (Тм на 10% у спортсменов и на 13% у не спортсменов), а после второй нагрузки этот показатель увеличивается в обеих группах (таблица 2).

У 14-летних подростков мы наблюдали прирост по ЧСС после первой (на 22% - у спортсменов и 20% - у не спортсменов) и второй нагрузок (на 64% и 58% соответственно). Достоверный прирост по СФС в группе спортсменов после обеих нагрузок (СФС на 22% и 34%) в то время как в группе не спортсменов этот показатель снизился (СФС на 19% и 10%).

Прирост СИ значительно выше в группе спортсменов (на 49% после первой и 70% после второй нагрузок), чем у не спортсменов (на 3% и 21% соответственно). Показатель УПС снижается по всей исследуемой выборке (см. таблица 3).

По пульсовому и минутному артериальному кровотоку мы наблюдаем достоверное повышение этих показателей в группе спортсменов (ПАК на 4% и 29% после первой и второй нагрузок и МАК на 27% и 114% соответственно) на фоне снижения тонусов всех калибров. В то время как в группе не спортсменов эти показатели снижаются (ПАК на 15% и 56% после первой и второй нагрузок МАК на 34% после второй), таблица 3.

Уровень функционального состояния, определяемый с помощью программы «ШВСМ» оценивается по всей исследуемой выборке спортсменов как выше среднего. Анализ, проведенный по всей совокупности показателей (табл.4) достоверно указывает на более высокий уровень функциональной готовности у детей, занимающихся в школе «Спас» по сравнению со школьниками, не занимающихся спортом.

Таблица 4

Показатели функционального состояния и физической работоспособности мальчиков 12-14 лет

Мальчики ШВСМ Общая	12		13		14	
	сп	нс	сп	нс	сп	нс
аРВС170, кгм/мин	1708,68**	749,32	1619,71**	737,25	1920,53	1044,28
	352,67	102,27	302,54	39,30	495,26	140,50
оРВС170, кгм/мин/кг	47,83**	21,74	35,33***	14,52	35,84	21,69
	9,17	2,57	6,67	0,77	11,08	3,26
аМПК, л/мин	3514,62**	2701,19	4633,37***	2493,32	5295,18*	3015,27
	276,21	159,97	665,58	66,81	1089,58	238,85
оМПК, л/мин/кг	135,59***	63,95	101,58***	49,52	97,38	62,83
	20,11	6,79	14,70	1,95	24,88	6,35
АЛАКм, Вт/кг	16,23**	7,07	11,82***	4,59	11,82	6,95
	3,13	0,86	2,31	0,25	3,80	1,10

АЛАКе, %	93,65**	41,53	68,58***	27,38	68,56	40,89
	17,76	4,90	13,14	1,43	21,58	6,25
ЛАКм,Вт/кг	11,48**	5,44	8,64***	3,76	9,00	5,54
	2,25	0,62	1,59	0,19	2,70	0,79
ЛАКе, %	66,03**	32,19	50,14***	22,66	52,03	32,69
	12,57	3,54	8,91	1,07	15,11	4,43
ПАНО, %	73,08***	63,25	68,32**	57,15	61,49	59,23
	0,97	2,28	2,17	3,96	1,74	2,54
ЧССпано, У д/мин	288,37***	167,24	229,50***	127,33	220,69	156,25
	34,55	12,06	25,58	4,82	43,63	13,00
ОМЕ, у.е	368,34***	205,82	288,61***	151,14	279,47	191,91
	49,55	15,28	36,84	5,96	62,00	18,44
УФП (баллы)	90,73**	71,94	79,50***	57,68	70,82	72,28
	2,99	5,84	5,39	4,06	6,28	5,96
ОВ	93,36**	76,57	82,73***	62,72	74,90	77,74
	2,29	5,29	4,82	4,22	5,85	5,24
СВ	89,68***	66,13	74,60***	51,71	68,13	68,87
	3,75	6,73	6,43	4,07	7,21	6,51
ССВ	87,62***	61,88	74,95***	47,70	71,08	64,38
	4,19	7,09	5,64	3,47	6,12	6,74
ЭСЭ	96,45**	81,14	85,28***	61,66	70,50	75,56
	0,94	5,12	5,83	5,23	6,11	5,71
Рез В	93,98**	77,66	80,34**	61,13	67,76	77,33
	2,34	5,39	5,91	4,53	6,87	5,85

Примечание: - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$

Выводы

В целом, результаты сравнительного анализа особенностей регуляции центрального и периферического кровообращения школьников в возрастном диапазоне от 12 до 14 лет позволили констатировать, что под влиянием занятий в школе казацких боевых искусств «Спас» у обследованных мальчиков отмечалась выраженная оптимизация функционального состояния и адаптационных способностей их организма, по сравнению с мальчиками того же возраста не занимающихся спортом.

Перспективы исследования - антогенитические аспекты адаптации детского организма к физическим нагрузкам.

Литература

1. Абзалов Р.А. Механизмы регуляции функций сердца развивающегося организма в условиях различных двигательных режимов // Растущий организм. Адаптация к физической и умственной нагрузке: Тезисы всероссийской науч. конференции/ Казань: КГПИ, 1994. -С.3-5.
2. Шаповалова В.А., Маликов Н.В., Святьев А.В. Компьютерная программа комплексной оценки функционального состояния и функциональной подготовленности организма – ШВСМ. – Запорожье, 2003. – 75 с.
3. Святьев А.В., Маликов М.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті. //Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Запоріжжя: ЗДУ, 2004. – 195 с.
4. Хрипкова А.Г., Антропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена: Пособие для студентов пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1990. –319 с.
5. Чинкин А.С. Двигательная активность и сердце. - Казань: Изд-во КГУ, 1995. -192 с.
6. Turley K.R. Cardiovascular responses to exercise in children // Sports. Med. –1997. -Vol. 24. -№ 4. -P. 241-257.
7. Rowland T., Popowski B., Ferrone L. Cardiac responses to maximal upright cycle exercise in healthy boys and men // Med. Sci. Sports. Exerc.-1997. -Vol. 29. -№ 9. -P. 1146-1151.

Поступила в редакцию 03.10.2008г.