

УДК 612.82:612.1-053.2+797.2

СРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДЕТЕЙ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ДАЙВИНГОМ

С.К. Поддубный

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия
Для связи с автором: psk@yandex.ru

Аннотация:

Проведена оценка функционального состояния центральной и церебральной гемодинамики у детей (30 мальчиков, 25 девочек) 12-13 лет при занятиях дайвингом. Целью исследования являлось изучение адаптации сердечно-сосудистой системы и мозгового кровообращения у детей к подводным погружениям с аквалангом в условиях закрытой воды. Исследования проводились с использованием метода реоэнцефалографии, пульсотометрии. Показано, что до погружения под воду с аквалангом в начале и конце курса обучения дайвингу значения основных реографических показателей (у мальчиков – Альфа 2, Авен /Аарт, ДИК, ДИА и ПВО, а у девочек – Q_x , Альфа 2, Авен/Аарт, ДИК, ДИА и ПВО) соответствовали физиологической возрастной норме. Установлено, что при однократном погружении под воду с аквалангом отмечалось достоверное снижение РИ у мальчиков в фронто-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга, а у девочек – в фронто-мастоидальных и окципито-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга. Данные изменения могут свидетельствовать о снижении кровенаполнения сосудов головного мозга у мальчиков в бассейнах внутренних сонных артерий, а у девочек – в бассейнах внутренних сонных и вертебрально-базиллярных артерий. Результаты исследования показателей РЭГ в конце курса обучения детей дайвингу после подводного погружения с аквалангом показали, что РИ в фронто-мастоидальных отведениях обоих полушарий у детей достоверно ($P < 0,05$) снизился, что свидетельствует о снижении кровенаполнения сосудов головного мозга у детей в бассейнах внутренних сонных артерий. Также установлено, что после подводного погружения с аквалангом в начале и конце курса обучения дайвингу у подростков отмечается снижение частоты сердечных сокращений, повышение систолического и диастолического давления.

Ключевые слова: гипербарическая среда, релаксационный дайвинг, адаптация, реоэнцефалограмма, артериальное давление, частота сердечных сокращений.

URGENT ADAPTATION OF CENTRAL AND CEREBRAL HEMODYNAMICS OF CHILDREN DURING DIVING PRACTICES

S.K. Poddubny

Siberian state University of physical education and sports, Omsk, Russia

Abstract:

Conducted studies of the functional state of cerebral and central hemodynamics in children (30 boys, 25 girls) 12-13 years in diving. Aim of this study was to investigate the adaptation of the cardiovascular system and cerebral circulation in children to scuba diving in a closed water. Studies were conducted using the method reoencephalography, pulsotonometry. It is shown that the water to dive diving at the beginning and end of the course the basic values diving reographic indicators (the boys – Alpha 2, Av/Aa, DIC, DIA and defense, the girls – Q_x , Alpha 2, Av/A, DIC, DIA and defense) corresponded physiological age norm. Found that after a single submerged under water diving a significant decrease of RI boys in the front-mastoidalnyh leads both cerebral hemispheres, the girls in the front-mastoidalnyh and oksipito-mastoidalnyh leads both cerebral hemispheres. These changes may indicate a decrease in blood supply to the brain vessels in boys in the basins of the internal carotid arteries, the girls in the basins of the internal carotid and vertebral-basilar arteries. Results of the study REG indicators at the end of course children after diving scuba diving showed that RI in fronto-mastoidalnyh leads both hemispheres in children was significantly ($P < 0.05$) decreased, indicating a decrease in blood supply to the brain vessels in children in swimming pools internal carotid arteries. Also found that, after scuba diving at the beginning and end of the course diving of teens there is a decrease in heart rate and pulse pressure, systolic and diastolic blood pressure.

Key words: hyperbaric environment relaxation diving, adaptation, reoencephalogramma, blood pressure and heart rate.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что при плавании человека под водой с аквалангом физиологические системы функционируют в режиме напряжения, при этом отмечаются адаптивные реакции со стороны регуляторных систем организма. Проблема адаптации человека к постоянно изменяющимся факторам внешней среды является сложной и многоуровневой. Процесс адаптации происходит на основе многократной реализации срочных механизмов и характеризуется тем, что в результате функциональных перестроек организм приобретает новое качество [1].

Срочная адаптация к занятиям дайвингом проявляется в структурно-функциональных перестройках, происходящих в организме подводника. Так, по мере погружения под воду увеличивается венозный отток и повышается объем крови во внутренних органах. Кровь скапливается в венозной системе, а также в органах-депо крови (печени, легких, селезенке). В холодной воде центральный объем крови значительно увеличивается, в более теплой воде данный эффект может не наблюдаться или быть незначительным [14]. Такая адаптация позволяет организму эффективно функционировать в новых, экстремальных условиях.

Типичная реакция сердечно-сосудистой системы на погружение под воду и воздействие повышенного давления заключается в уменьшении частоты сердечных сокращений, повышении артериального давления, снижении пульсового давления. Наблюдаются также замедление скорости кровотока, уменьшение количества циркулирующей крови, снижение ударного и минутного объемов крови [14]. Отмечено, что у водолазов заболевания сердечно-сосудистой системы встречаются значительно чаще, чем у людей других, аналогичных по тяжести труда профессий [17, 8, 12, 16]. Вместе с тем до настоящего времени не уделяется должного внимания вопросам механизмов адаптации к факторам водной и газовой сред у подростков при обучении их рекреационному дайвингу. Исходя из этого, целью настоящего исследования было изучение адаптации сердечно-сосудистой системы

и мозгового кровообращения у подростков к подводным погружениям с аквалангом в условиях закрытой воды.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 145 детей в возрасте 12-13 лет. Исследования проводились в крытом плавательном бассейне «Альбатрос» Сибирского государственного университета физической культуры и спорта города Омска. Курс обучения состоял из 10 подводных погружений с аквалангом. Погружения осуществлялись в сопровождении инструктора на глубину 4,5 м при температуре воды 27°C. Длительность плавания под водой составляла 30 мин [5]. Срочная адаптация центральной и церебральной гемодинамики у детей оценивалась на первое подводное погружение в начале курса обучения дайвингу. Регистрация реоэнцефалограмм (РЭГ) у детей осуществлялась при помощи реографического комплекса «Рео-Спектр», (Нейрософт, г. Иваново) по общепринятой методике. Рассчитывались средние значения следующих показателей: реографического индекса (РИ, у.е.), времени распространения пульсовой волны (Q_x , с), времени быстрого кровенаполнения (Альфа 1, с), времени медленного кровенаполнения (Альфа 2, с), времени восходящей части волны (Альфа, с), отношения амплитуды венозного и артериального компонента (Авен/Аарт, %), дикротического индекса (ДИК, %), диастолического индекса (ДИА, %) и показателя венозного оттока (ПВО, %) [9].

Измерение показателей центральной гемодинамики производилось по осциллометрическому методу в состоянии относительного покоя в положении сидя с помощью автоматического прибора OMRON M10-IT (HEM-7080IT-E, Япония). У испытуемых фиксировались частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление. Рассчитывалось также пульсовое артериальное давление (ПАД).

Расчет статистических показателей производился с помощью программы «Statistica – 10.0 for Windows», (Stat. Soft. Inc, 2001). Сравнение

групп по показателям проводилось методами непараметрической статистики с использованием критерия Вилкоксона. Результат считался достоверным при $P < 0,05$. Значения параметров в работе представлены как $M \pm m$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Так, визуальный анализ РЭГ у детей не выявил патологических изменений и снижения амплитуды револн как до, так и после однократного погружения под воду с аквалангом. Регистрировались регулярные РЭГ-волны с одинаковой амплитудой, вершины которых имели несколько закругленную форму. Анакрота имела быстрый подъем и относительно пологую катакроту, на которой, как правило, была одна дополнительная волна. На границе верхней и средней трети катакроты отмечалась хорошо выраженная инцизура.

Количественный анализ данных РЭГ показал, что у детей до погружения под воду значения основных реографических показателей (у мальчиков – Альфа 2, Авен/Аарт, ДИК, ДИА, ПВО; у девочек – Q_x, Альфа 2, Авен/Аарт, ДИК, ДИА, ПВО) соответствовали их физиологической возрастной норме. В то же время реографический индекс (РИ) у мальчиков и девочек в окципито-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга была достоверно ($P < 0,05$) ниже (мальчики: Oms – $0,91 \pm 0,04$ у.е.; Omd – $0,88 \pm 0,08$ у.е.; девочки: Oms – $1,07 \pm 0,09$ у.е.; Omd – $1,35 \pm 0,01$ у.е.; нор-

ма Om – $1,2-2,0$ у.е.) физиологической нормы (таблица 1).

Показатель времени распространения пульсовой волны (Q_x, ВРПВ) до дайвинга в фронто-мастоидальном (норма Fm $0,10-0,14$) отведении левого полушария у мальчиков был выше физиологической нормы (таблица 1). Однако показатели Альфа 1, а также Альфа во всех отведениях головного мозга у детей были несколько выше физиологической нормы (норма: Альфа 1 Fm и Om – $0,04-0,05$ с; Альфа Fm и Om – $0,08-0,10$ с).

После однократного подводного погружения с аквалангом у мальчиков значения показателей РЭГ: Альфа 2, Авен/Аарт %, ДИК, ДИА, ПВО, а у девочек: Q_x, Авен/Аарт, ДИК, ДИА, ПВО находились в пределах физиологической нормы.

Наблюдалось достоверное ($P < 0,05$) снижение по отношению к исходным данным до дайвинга, РИ в фронто-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга у мальчиков (Fms до дайвинга – $1,50 \pm 0,08$ у.е.; после дайвинга – $1,13 \pm 0,08$ у.е.; Fmd до дайвинга – $0,91 \pm 0,04$ у.е.; после дайвинга – $1,11 \pm 0,10$ у.е.), у девочек в фронто-мастоидальных и окципито-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга. После дайвинга у мальчиков показатель ВРПВ (Q_x) в фронто-мастоидальном отведении левого полушария был выше физиоло-

Таблица 1 – Показатели РЭГ у детей 12-13 лет до занятия дайвингом в начале курса обучения дайвингу (M±m)

Параметр, единицы измерения		Отведения			
		Fms	Fmd	Oms	Omd
РИ, у.е.	М	1,50±0,08	1,44±0,10	0,91±0,04	0,88±0,08
	Д	1,60±0,07	1,55±0,14	1,07±0,09	1,35±0,01
Q _x , с	М	0,16±0,01	0,14±0,01	0,14±0,01	0,14±0,01
	Д	0,13±0,001	0,12±0,001	0,12±0,001	0,13±0,01
Альфа 1, с	М	0,07±0,001	0,07±0,001	0,06±0,001	0,06±0,001
	Д	0,07±0,001	0,06±0,001	0,06±0,001	0,06±0,001
Альфа 2, с	М	0,05±0,001	0,05±0,001	0,05±0,001	0,05±0,001
	Д	0,05±0,001	0,05±0,001	0,05±0,001	0,05±0,001
Альфа, с	М	0,12±0,001	0,12±0,001	0,12±0,001	0,11±0,01
	Д	0,12±0,001	0,12±0,001	0,12±0,001	0,12±0,001
Авен/Аарт, %	М	80,36±1,64	77,05±3,67	74,45±4,54	76,95±4,24
	Д	78,59±1,09	76,45±0,90	74,23±1,21	75,18±1,19
ДИК, %	М	73,82±3,23	73,68±3,53	63,18±4,18	67,36±3,15
	Д	72,64±2,04	72,55±2,44	63,73±1,19	67,77±2,03
ДИА, %	М	68,09±2,51	74,91±3,00	68,82±2,76	71,09±3,65
	Д	67,36±1,94	74,59±1,61	68,23±1,30	70,55±1,49
ПВО, %	М	20,86±2,00	23,45±1,67	24,00±1,88	29,41±2,01
	Д	21,05±1,55	23,36±1,38	24,36±1,69	30,00±1,05

Примечание: здесь и далее М – мальчики; Д – девочки

гической нормы, а в фронто-мастоидальном отведении правого полушария и окципито-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга – в пределах физиологической нормы (таблица 2).

После подводного погружения с аквалангом показатели времени восходящей части волны (Альфа, с: Fms – $0,12 \pm 0,001$ с; Fmd – $0,12 \pm 0,001$ с; Oms – $0,12 \pm 0,001$ с; Omd – $0,12 \pm 0,001$ с), времени быстрого кровенаполнения (Альфа 1, с: Fms – $0,06 \pm 0,001$ с; Fmd – $0,06 \pm 0,001$ с; Oms – $0,07 \pm 0,001$ с; Omd – $0,07 \pm 0,001$ с) во всех отведениях обоих полушарий головного мозга у мальчиков и девочек были выше физиологической норм. В то же время у девочек после занятия дайвингом показатель времени медленного кровенаполнения (Альфа 2, с) в фронто-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга имел тенденцию к увеличению (Fms до дайвинга – $0,05 \pm 0,001$ с; после дайвинга – $0,06 \pm 0,001$ с; Fmd до дайвинга – $0,05 \pm 0,001$ с; после дайвинга – $0,06 \pm 0,001$ с). После погружения под воду с аквалангом была зарегистрирована тенденция к снижению ДИК в пределах возрастной физиологической нормы во всех отведениях обоих полушарий головного мозга, что свидетельствует о снижении тонуса сосудов головного мозга (таблица 2).

При анализе данных центральной гемодинамики детей основной группы, полученных непосредственно перед погружением под воду,

установлено, что полученные показатели соответствовали их возрастной физиологической норме. Так, например, ЧСС у мальчиков и девочек в среднем составляла $87,0 \pm 2,0$ и $91,6 \pm 1,6$ уд/мин. Показатели систолического и диастолического артериального давления у мальчиков составили $105,3 \pm 1,3$ и $65,6 \pm 1,0$ мм рт.ст., а у девочек – $100,2 \pm 2,1$ и $66,4 \pm 1,3$ мм рт.ст. (таблица 3).

Частота сердечных сокращений у мальчиков и девочек после подводного погружения с аквалангом достоверно ($P < 0,05$) снизилась и в среднем составляла, соответственно, $78,8 \pm 2,4$ и $82,0 \pm 2,1$ уд/мин (таблица 3). Данные изменения ЧСС свидетельствуют о том, что у всех детей после погружения под воду отмечался выраженный отрицательный хронотропный эффект, вызванный, по нашему мнению, повышением тонуса блуждающего нерва [3].

Необходимо отметить, что при обучении детей дайвингу адаптация к условиям водной среды отмечалась на 5-8-м погружении. В это время юный дайвер практически осваивал навыки плавания с аквалангом, у него исчезал страх находиться под водой и появлялось чувство невесомости, легкости движений [3, 4, 5]. Наше исследование дает основание считать, что динамика показателей центральной и церебральной гемодинамики зависит от целого ряда факторов, которые действуют на человека при подводном плавании. Мы предполагаем, что в наибольшей степени на показатели

Таблица 2 – Показатели РЭГ у детей 12-13 лет после занятия дайвингом в начале курса обучения дайвингу (M±m)

Параметр, единицы измерения		Отведения			
		Fms	Fmd	Oms	Omd
РИ, у.е.	М	$1,13 \pm 0,08^*$	$1,11 \pm 0,10^*$	$1,07 \pm 0,06$	$1,00 \pm 0,08$
	Д	$1,08 \pm 0,06^*$	$1,12 \pm 0,15^*$	$0,84 \pm 0,06^*$	$1,10 \pm 0,09^*$
Q x, с	М	$0,15 \pm 0,001$	$0,15 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,001$
	Д	$0,13 \pm 0,001$	$0,14 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,001$
Альфа 1, с	М	$0,06 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$
	Д	$0,06 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$	$0,07 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$
Альфа 2, с	М	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$
	Д	$0,06 \pm 0,001$	$0,06 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$
Альфа, с	М	$0,12 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$
	Д	$0,13 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$
Авен/Аарт, %	М	$81,09 \pm 1,49$	$77,64 \pm 3,17$	$74,68 \pm 2,57$	$74,14 \pm 2,04$
	Д	$74,55 \pm 2,09$	$79,23 \pm 3,11$	$68,73 \pm 5,17$	$72,32 \pm 2,08$
ДИК, %	М	$69,59 \pm 3,03$	$71,91 \pm 3,84$	$61,18 \pm 2,62$	$66,18 \pm 1,66$
	Д	$72,27 \pm 3,86$	$69,82 \pm 3,87$	$61,50 \pm 4,58$	$60,95 \pm 2,04$
ДИА, %	М	$66,91 \pm 3,21$	$74,23 \pm 3,43$	$70,36 \pm 3,17$	$67,27 \pm 1,46$
	Д	$73,77 \pm 2,50$	$74,55 \pm 3,18$	$59,59 \pm 4,68$	$67,95 \pm 2,24$
ПВО, %	М	$20,50 \pm 1,28$	$19,00 \pm 1,30$	$25,59 \pm 1,54$	$25,5 \pm 2,21$
	Д	$28,77 \pm 2,18$	$27,05 \pm 0,68$	$25,91 \pm 1,47$	$28,00 \pm 0,78$

Примечание: * – $P < 0,05$ по сравнению со значениями до дайвинга

Таблица 3 – Показатели центральной гемодинамики у детей 12-13 лет в начале курса обучения дайвингу (M±m)

Измеряемые параметры		Этапы обследования	
		Начало курса обучения дайвингу	
		до	после
ЧСС уд/мин	М	87,0±2,0	78,8±2,4*
	Д	91,6±1,6	82,0±2,1*
САД, мм рт.ст	М	105,3±1,3	108,4±1,5*
	Д	100,2±2,1	102,7±1,7*
ДАД, мм рт.ст.	М	65,6±1,0	72,5±1,5*
	Д	66,4±1,3	69,5±1,5*
ПД, мм рт.ст.	М	39,7±1,2	36,0±1,0*
	Д	34,0±1,5	33,0±1,2*

Примечание: * – P<0,05 по сравнению со значениями до дайвинга

центральной и церебральной гемодинамики влияет сочетанное воздействие низкой температуры, повышенное давление воды, уровень гиппероксии в тканях, а также эмоциональный стресс.

При количественном анализе данных в начале курса обучения детей дайвингу выявлено, что показатели Альфа 2, ДИК, ДИА и ПВО во всех отведениях полушарий головного мозга были в пределах физиологической нормы. Полученные данные показали, что после занятия дайвингом в начале курса обучения после подводного погружения у детей 12-13 лет отмечалось достоверное снижение РИ: у мальчиков – в фронтально-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга, у девочек – в фронтально-мастоидальных и окципито-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга. Данные изменения могут свидетельствовать о снижении кровенаполнения сосудов головного мозга у мальчиков в бассейнах внутренних сонных артерий, у девочек – в бассейнах внутренних сонных и вертебрально-базиллярных артерий. Также установлено, что после подводного погружения с аквалангом у детей данного возраста отмечается снижение ЧСС и ПА, повышение САД и ДАД. Другими исследователями было отмечено замедление скорости кровотока, уменьшение количества циркулирующей крови, ударного и минутного объемов крови [17, 18]. В исследованиях A. Gabrielsen et al, 2000; Kinoshita T. et al (2006) отмечается, что такого рода изменения могут возникать в результате повышения чувствительности барорецепторов, увеличения тонуса вагуса и повышения парасимпатической активности [17, 19].

Полученные данные дают основание предполагать, что в процессе курса обучения де-

тей плаванию с аквалангом у юных дайверов проявляется только срочная адаптация, для которой характерны изменения, не закрепляющиеся в организме и возникающие при непосредственном воздействии факторов гипербарической среды и тотчас исчезающие, как только устраняются вызывающие их обстоятельства. Следует отметить, что изменения показателей центральной и церебральной гемодинамики при погружении в воду с аквалангом могут быть обусловлены тремя обстоятельствами. Во-первых, данный факт объясняется некоторым уменьшением потребления кислорода организмом. Во-вторых, снижение ЧСС обусловлено комбинацией «рефлекса погружения», рефлекторным раздражением терморецепторов кожи, вазоконстрикцией и повышением активности блуждающего нерва [13]. Установлено, что проявление долговременного механизма адаптации, при котором сердечно-сосудистая система оказывается адаптированной к подводным погружениям с аквалангом, отмечается в случае, когда стаж занятий дайвингом составляет около 200 часов в год [11]. Адаптация центральной и церебральной гемодинамики у детей 12-13 лет при однократном подводном погружении с аквалангом можно представить в виде схемы (рисунок 1).

ВЫВОДЫ

Формирование срочной адаптации к подводным погружениям с аквалангом у юных дайверов сопровождается изменениями показателей центральной и церебральной гемодинамики. Так, установлено, что при однократном погружении под воду с аквалангом у детей 12-13 лет отмечается снижение кровенаполнения сосудов головного мозга в бассейнах



Рисунок 1 - Формирование адаптации у детей 12-13 лет при обучении их дайвингу

внутренних сонных артерий у мальчиков, бассейнах внутренних сонных артерий и артерий вертебрально-базиллярного бассейна у девочек (РИ снижается на 15%). После плавания с аквалангом САД и ДАД увеличивается, а ЧСС снижается на 10% у мальчиков и 11% у девочек. Таким образом, при отсутствии медицинских противопоказаний к подводным погружениям с аквалангом у юных дайверов при соблюдении правил техники безопасности во время дайвинга, а также при осуществлении погружений на небольшую глубину (до 4,5 м) в

течение 30 минут отклонений в центральной и церебральной гемодинамике от физиологической нормы не происходит. Это позволяет предположить, что выявленные нами изменения изучаемых показателей у детей при подводных погружениях с аквалангом носят в большинстве своем функциональный характер. Полученные данные доказывают возможность проведения занятий детей дайвингом при условии строгого медицинского контроля и соблюдении правил безопасности подводных погружений с аквалангом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Агаджанян, Н.А. Резервы организма и экстремальный туризм / Н.А. Агаджанян, А. Н. Кислицын. – М. : Просветитель, 2002. – 304 с.
- Агаджанян, Н. А. Физиология человека / Н.А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, С.А. Чесновкова. – М. : Медицинская книга, 2009. – 526 с.
- Аикин, В. А. Влияние дайвинга на показатели вариабельности сердечного ритма у детей 12 лет / В. А. Аикин, С. К. Поддубный, М. А. Огородников // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 7. – С. 7-10.
- Аикин, В. А. Особенности кровоснабжения головного мозга у детей при обучении их дайвингу / В. А. Аикин, Ю. А. Елохова, С. К. Поддубный, Ж. А. Чернышева // Ученые записки университета имени П.Ф.Лесгафта. – 2013. – № 9 (103). – С. 7-11.
- Аикин, В. А. Изменение биоэлектрической активности головного мозга в тета- и дельта-диапазонах у юных дайверов / В. А. Аикин, Ю. А. Елохова, С. К. Поддубный, С. И. Голубкова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4; URL: <http://www.science-education.ru/110-9563> (дата обращения: 04.07.2013).
- Андрусенко, А. Н. Функциональное состояние курсантов высших военно-морских учебных заведений при проведении спасательной подготовки : дис. ... канд. мед.наук / А. Н. Андрусенко. – СПб, 2010. – 240 с.
- Васильева, Р. М. Кинетика восстановления показателей гемодинамики после выполнения физических нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности у детей школьного возраста / Р. М. Васильева // Новые исследования : альманах. – М. : Вердана, 2009. – № 1 (18). – С. 118-133.
- Зверев, Д. П. Состояние функций организма человека при многократных гипербарических воздействиях : дис. ... канд. мед. наук / Д. П. Зверев. – СПб., 2011. – 206 с.
- Зенков, Л. Р. Функциональная диагностика нервных болезней : руководство для врачей / Л. Р. Зенков, М. А. Ронкин. – 4-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2011. – 488 с.
- Макаров, Л. М. Нормативные параметры суточной ЭКГ у детей от 0 до 15 лет / Л. М. Макаров [и др.] // Вестн. аритмологии. – 2000. – № 18. – С. 28-29.
- Мирошников, Е. Г. Сердечно-сосудистая система водолазов / Е. Г. Мирошников // Вестник ДВО РАН. – 2005. – № 1. – С. 83-90.
- Молчанова, Н. В. Исследование изменений ритма сердца у фридайверов при плавании с задержкой дыхания / Н. В. Молчанова, А. И. Сазонов // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 10. – С. 47-49.
- Потапов, А. В. Влияние температуры воды на развитие у человека брадикардии при погружении лица в воду

- / А. В. Потапов // Кардиология. – 1995, – № 4. – С. 68.
14. Смолин, В. В. Водолазные спуски и их медицинское обеспечение / В. В. Смолин, Г. М. Соколов, Б. Н. Павлов. – М.: Слово, 2001. – 696 с.
 15. Ушаков, С. С. Состояние нервной системы при воздействии повышенного давления водной и газовой среды : дис. ... канд. мед. наук / С. С. Ушаков. – СПб, 2005. – 166 с.
 16. Bennett, P. B. Assessment of Diving Medical Fitness for Scuba Divers and Instructors / P. B. Bennett, F. Cronji, E. S. Campbell et al. // Best Publishing Company, 2006. – 241 p.
 17. Gabrielsen, A. Arterial pulse pressure and vasopressin release during graded water immersion in humans / A. Gabrielsen et. al. // Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol. – 2000. – V. 278. – P. 1583-1588.
 18. Flouris, A. D. Heart rate variability responses to a psychologically challenging scuba dive / A. D. Flouris, J. M. Scott // J. Sports Med. Phys. Fitness. – 2009. – № 49 (4). – P. 382-386.
 19. Kinoshita, T. Coldwater face immersion per se elicits cardiac parasympathetic activity / T. Kinoshita, S. Nagata, R. Baba et al. // Circ. J. – 2006. – № 70 (6) – P. 773-776. (Medicine) / D. P. Zverev. – St. Petersburg, 2011. – 206 p.
 9. Zenkov, L. R. Functional diagnostics of diseases of nervous system [Funktsionalnaya diagnostika nervnykh boleznei]: manual for doctors / L. R. Zenkov, M. A. Ronkin. – 4th edition. – Moscow: MEDpress-inform, 2011. – 488 p.
 10. Makarov, L. M. Specified parameters of 24-hour EKG in children under the age of 15 [Normativnye parametry sutochnoy EKG u detey ot 0 do 15 let] / L. M. Makarov [and others] // Vestnik aritmologii. – 2000. – No. 18. – pp. 28-29.
 11. Miroshnikov, Y. G. Cardiovascular system of divers [Serdechno-sosudistaya sistema vodolazov] / Y. G. Miroshnikov // Vestnik DVO RAN. – 2005. – No. 1. – pp. 83-90.
 12. Molchanova, N. V. Study of cardiac rhythm variations in free-divers when swimming with breath-holding [Issledovanie izmenenii ritma serdtsa u fridaiverov pri plavanii s zaderzhkoi dykhania] / N. V. Molchanova, A. I. Sazonov // Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. – 2007. – No. 10. – pp. 47-49.
 13. Potapov, A. V. The impact of water temperature on development of bradycardia in people when immersing face in water [Vlianie temperatury vody na razvitie u cheloveka bradikardii pri pogruhenii litsa v vodu] / A. V. Potapov // Kardiologiya. – 1995, – No. 4. – p. 68.
 14. Smolin, V. V. Dives and their medical maintenance / V. V. Smolin, G. M. Sokolov, B. N. Pavlov. – Moscow: Slovo, 2001. – 696 p.
 15. Ushakov, S. S. The condition of nervous system under the impact of elevated pressure in water and gas environment [Sostoianie nervnoi sistemy pri vozdeistvii povyshennogo davleniya vodnoi i gazovoi sredy]: Candidate of Science dissertation (Medicine) / S. S. Ushakov. – St. Petersburg, 2005. – 166 p.
 16. Bennett, P. B. Assessment of Diving Medical Fitness for Scuba Divers and Instructors / P. B. Bennett, F. Cronji, E. S. Campbell et al. // Best Publishing Company, 2006. – 241 p.
 17. Gabrielsen, A. Arterial pulse pressure and vasopressin release during graded water immersion in humans / A. Gabrielsen et. al. // Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol. – 2000. – V. 278. – P. 1583-1588.
 18. Flouris, A. D. Heart rate variability responses to a psychologically challenging scuba dive / A. D. Flouris, J. M. Scott // J. Sports Med. Phys. Fitness. – 2009. – № 49 (4). – P. 382-386.
 19. Kinoshita, T. Coldwater face immersion per se elicits cardiac parasympathetic activity / T. Kinoshita, S. Nagata, R. Baba et al. // Circ. J. – 2006. – № 70 (6) – P. 773-776.

BIBLIOGRAPHY

1. Agadzhanian, N. A Human physiology [Fiziologiya cheloveka] / N. A. Agadzhanian, L. Z. Tel, V. I. Tsirkin, S. A. Chesnovkova. – Moscow: Meditsinskaya kniga, 2009. – 526 p.
2. Agadzhanian, N. A. The body reserves and extreme tourism [Rezervy organizma i ekstremalnyy turizm] / N. A. Agadzhanian, A. N. Kisilitsyn. – Moscow: Prosvetitel, 2002. – 304 p.
3. Aikin, V. A. Specifics of brain blood supply in children in the process of teaching them to dive [Osobennosti krovosnabzheniya golovnoy mozga u detey pri obuchenii ikh daivingu] / V. A. Aikin, Y. A. Yelokhova, S. K. Poddubnyi, Zh. A. Chernysheva // Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta. – 2013. – No. 9 (103). – pp. 7-11.
4. Aikin, V. A. The impact of diving on the figures of cardiac rhythm variability in 12-years-old children [Vliyaniye daivinga na pokazateli variablenosti serdechnogo ritma u detey 12 let] / V. A. Aikin, S. K. Poddubnyi, M. A. Ogorodnikov // Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. – 2010. – No. 7. – pp. 7-10.
5. Aikin, V. A. Variations in bioelectric activity of brain in teta and delta diapasons in young divers [Izmenenie bioelektricheskoy aktivnosti golovnoy mozga v teta-i delta-diapazonah] / V. A. Aikin, Y. A. Yelokhova, S. K. Poddubnyi, S. I. Golubkova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2013. – No. 4; URL: <http://www.science-education.ru/110-9563> (date of accessing: 04.07.2013).
6. Andrusenko, A. N. Functional status of higher navy educational institutions students during rescue training [Funktsionalnoe sostoianie kursantov vysshikh voenno-morskikh uchebnykh zavedenii pri provedenii spasatelnoy podgotovki]: Candidate of Science dissertation (Medicine) / A. N. Andrusenko. – St. Petersburg, 2010. – 240 p.
7. Vasilieva, R. M. The kinetics of circulatory dynamics figures recovery after maximal and submaximal physical exertions in school-age children [Kinetika vosstanovleniya pokazatelei gemodinamiki posle vypolneniya fizicheskikh nagruzok maksimalnoi i submaksimalnoi moschnosti u detei shkolnogo vozrasta] / R. M. Vasilieva // Noveye issledovaniya: almanakh. – Moscow: Verdana, 2009. – No. 1 (18). – pp. 118-133.
8. Zverev, D. P. Status of human body functions in multiple hyperbaric impacts [Sostoianie funktsii organizma cheloveka pri mnogokratnykh giperbaricheskikh vozdeistviyakh]: Candidate of Science dissertation

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Поддубный Сергей Константинович – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта».