

DOI 10.31392/NPU-nc.series 15.2019.12(120)19.02  
УДК [797.2.796.015.62] 612.063-053.6

**Баламутова Н.М.**  
кандидат педагогических наук  
доцент кафедры физического воспитания  
Национальный юридический университет им. Ярослава Мудрого, г. Харьков  
**Блошенко Е.И.**  
доцент кафедры физического воспитания  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков  
**Борейко Н.Ю.**  
кандидат педагогических наук  
доцент кафедры физического воспитания  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

### ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЫХАНИЯ И КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ НАГРУЗКАХ СТУПЕНЧАТО-ПОВЫШАЮЩЕЙСЯ МОЩНОСТИ У ЮНЫХ ПЛОВЦОВ

Многочисленными исследованиями доказано положительное влияние плавания на здоровье занимающихся. Поэтому вопрос о воздействии занятий плаванием на организм юных пловцов следует рассматривать с учетом индивидуальных анатомо-физиологических особенностей. Целью настоящего исследования явилось изучение влияния физических нагрузок ступенчато-повышающейся мощности на дыхание и кровообращение юношей 15-16 лет, регулярно посещающих секцию по плаванию. Результаты исследования показателей дыхания и кровообращения при заданной нагрузке позволяют охарактеризовать функциональные возможности юношей-пловцов. Было доказано, что система подготовки юных пловцов строилась с учетом возраста и анатомо-физиологических особенностей их организма, а физические нагрузки были адекватны их физиологическому развитию.

**Ключевые слова:** подростки, пловцы, физическая нагрузка, дыхание, кровообращение.

**Баламутова Н.М., Блошенко О.І., Борейко Н.Ю.** Зміна показників дихання та кровообігу при навантаженнях східчасто-зростаючої потужності у юних плавців. Численними дослідженнями доведений позитивний вплив плавання на здоров'я займаючихся. Тому питання про дію занять плаванням на організм юних плавців слід розглядати з урахуванням індивідуальних анатомо-фізіологічних особливостей. Метою даного дослідження стало вивчення впливу фізичних навантажень східчасто-зростаючої потужності на дихання та кровообіг юнаків 15-16 років, які регулярно відвідують секцію з плавання. Результати дослідження показників дихання та кровообігу при заданому навантаженні дозволяють охарактеризувати функціональні можливості юнаків-плавців. Було доведено, що система підготовки юних плавців будувалася з урахуванням віку і анатомо-фізіологічних особливостей їх організму, а фізичні навантаження були адекватні їх фізіологічному розвитку.

**Ключові слова:** підлітки, плавці, фізичне навантаження, дихання, кровообіг.

**Balamutova N., Bloshenko E., Boreyko N.** Change of indexes of breathing and circulation of blood at loading of step - rising power for young swimmers. The positive is well – proven numerous researches influence swimming on the health of occupying. Therefore question about affecting of employments swimming organism of young swimmers it is necessary to examine taking into account individual of anatomical and physiological features. The aim of the real research was a study of influence of physical activities of step - rising power on breathing and circulation of blood of youths 15-16, regularly visitant a section on swimming. A result of research of indexes of breathing and circulation of blood at the set loading allows describing functional possibilities of youths - swimmers. It was well - proven that the system of preparation of young swimmers was built taking into account age anatomical and physiological features of their organism, and physical activities were adequate to their physiological development. Modern living conditions are characterized by rapid development of automation of production and information technologies, which deprives a person of motor activity. Swimming is one of the most effective means of motor activity that positively influences the functional state of the cardiovascular and respiratory system. Numerous studies have already shown the positive effect of swimming on the health of the practitioners. It should not be forgotten that despite the significant differences in the functional state of the apparatus of external respiration and blood circulation in young swimmers and their peers - not athletes, the organism in both of them has not yet reached maturity and their age development and formation occurs in accordance with a single general biological regularities. Therefore, the question of the impact of swimming lessons on the body of young swimmers should be considered not only in terms of the impact on it of the specific features of the aquatic environment and the requirements of modern training, but also taking into account anatomical and physiological features.

**Keywords:** teenagers, swimmers, physical activity, breathing, circulation of blood.

**Постановка проблемы.** Современные условия жизни характеризуются бурным развитием автоматизации производства и информационных технологий, что лишает человека двигательной активности. Одним из самых эффективных средств двигательной деятельности, положительно влияющих на функциональное состояние сердечно-

сосудистой и дыхательной системы, является плавание. Многочисленными исследованиями уже доказано положительное влияние плавания на здоровье занимающихся [2, с. 18]. При выполнении физических упражнений мышцам требуется больше питательных веществ и кислорода, чем в покое, что достигается учащением сердечных сокращений и увеличением количества крови, выбрасываемой желудочком сердца [3, с. 28]. Сердце тренированных людей реагирует на повышение физической нагрузки увеличением силы сокращений и количества выбрасываемой крови и в меньшей степени увеличением частоты сердечных сокращений. Под влиянием регулярных занятий физическими упражнениями сердце становится более выносливым, способным выдерживать значительные напряжения. Физические упражнения увеличивают потребность кислорода работающими мышцами. В связи с этим усиливается деятельность органов дыхания. Занятия физкультурой и спортом хорошо развивают и укрепляют органы дыхания. Усиление работы органов дыхания выражается в увеличении частоты и глубины дыхания, что значительно повышает легочную вентиляцию, увеличивается количество вдыхаемого и выдыхаемого воздуха [1, с. 18].

Систематическая тренировка подростков в плавании повышает функциональные возможности организма. В связи с происходящими в процессе тренировки структурными и функциональными изменениями сердца, подростки опережают по темпу его развития своих сверстников, не занимающихся спортом на 1-2 года [5, с. 20]. Нельзя забывать о том, что несмотря на существенные различия в функциональном состоянии аппарата внешнего дыхания и кровообращения у юных пловцов и их сверстников – не спортсменов, организм у тех и у других еще не достиг зрелости и их возрастное развитие и формирование происходит в соответствии с единичными общебиологическими закономерностями. Поэтому вопрос о воздействии занятий плаванием на организм юных пловцов следует рассматривать не только с точки зрения влияния на него специфических особенностей водной среды и требований, предъявляемых к нему современной тренировки, но и с учетом анатомо-физиологических особенностей.

**Цель исследования** – изучение влияния физических нагрузок ступенчато-повышающейся мощности на дыхание и транспорт газов кровью у юношей 15-16 лет.

**Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие юноши, регулярно посещающие секцию спортивного плавания юридического и политехнического университетов, в количестве 20 человек. Морфофункциональные преобразования в 15-16 лет, связанные с половым созреванием организма, проявляются в снижении частоты дыхания (ЧД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и повышении артериального давления (АД). В этом возрасте особенно необходимо рациональное дозирование физических нагрузок с учетом возрастных особенностей организма. Для выявления возрастных изменений в системе дыхания наиболее информативно изучение ее функций в условиях напряженной мышечной деятельности, когда запросы, предъявляемые к ней, резко возрастают и относительная недостаточность ее проявляется наиболее отчетливо. Нагрузки задавались на велоэргометре ступенчато-повышающейся мощности до отказа [5, с. 30]. Первая ступень (I) нагрузки равнялась 360 кгм/мин и длилась 3 мин. Вторая ступень (II) нагрузки мощностью 540 кгм/мин выполнялась 3 мин. Далее через каждые 2 мин нагрузка повышалась на 180 кгм/мин. Общий объем нагрузки был индивидуален (до отказа) и колебался от 1080 до 1440 кгм/мин. Во время работы определялись объем легочной вентиляции методом вольюметрии (сухие газовые часы), газоанализ выдыхаемого воздуха с помощью прибора "Спиrolит-2", газовый состав крови – методом полярографии и оксигеометрии, ЧСС – методом контактной кардиографии, АД – методом Короткова. В состоянии покоя и в конце работы определялись методом пневмотахометрии. Объемные скорости спокойного и форсированного вдоха и выдоха ( $V_{\text{вд.спок}}$ ,  $V_{\text{выд.спок}}$ ,  $V_{\text{вд.фор.}}$ ,  $V_{\text{выд.фор.}}$ ), насыщение крови кислородом ( $H_bO_2$ , РН крови), парциальное напряжение в крови кислорода ( $pO_2$ ) и углекислого газа ( $pCO_2$ ), концентрация оснований (ВЕ), стандартных бикарбонатов (SB). Минутный объем крови (МОК) рассчитывался по методу Старра в модификации для детей и подростков Н.С. Пугиной [7, с. 12].

**Изложение основного материала исследования.** Перед нагрузкой уровень функционирования систем дыхания и кровообращения у подростков соответствует возрастным нормативам для условий покоя по большинству показателей [4, с. 32] (таблицы 1 и 2). С конца I ступени нагрузки отмечается активация деятельности систем кислородного обеспечения, в 2 раза увеличивается потребление кислорода. Однако уже в этот период возникает умеренная гипоксия ( $H_bO_2$  снижается на 7% по сравнению с исходным уровнем), наблюдается заметный прирост выделения  $CO_2$  в выдыхаемом воздухе и увеличение дыхательного коэффициента (ДК). Известно, что в условиях циклической деятельности максимальная активность мышц в этом возрасте отмечается по 2-й минуте [8, с. 18]. Следовательно, причиной активации сердечной и дыхательной систем является высокий кислородный запрос тканей.

Таблица 1

Сравнительная характеристика объемных скоростей дыхания, артериального давления, газового состава и кислотно-щелочного равновесия крови до и после выполнения мышечной нагрузки.

Показатели	Состояние покоя	Конец работы	p
$V_{\text{вд. спок}}$ , л/с	0,60±0,028	1,50±0,012	p < 0,01
$V_{\text{выд. спок}}$ , л/с	0,49±0,057	1,29±0,092	p < 0,05
$V_{\text{вд. фор.}}$ , л/с	5,20±0,202	5,60±0,202	p > 0,05
$V_{\text{выд. фор.}}$ , л/с	5,00±0,260	5,40±0,231	p < 0,05
АД макс., мм.рт.ст.	116,00±2,427	134,50±4,104	p > 0,05
АД мин., мм.рт.ст.	68,00±1,647	72,00±2,601	p > 0,05
РН	7,41±0,008	7,34±0,020	p < 0,05
$pO_2$ , мм.рт.ст.	93,50±2,427	72,80±1,560	p < 0,05
$pCO_2$ , мм.рт.ст.	22,50±1,502	34,60±2,890	p < 0,05

BE, мг экв/л	6,52±1,213	-9,55±0,839	p > 0,05
SB, мг экв/л	20,00±1,098	17,10±0,606	p < 0,05
BB, мг экв/л	41,90±1,849	39,40±1,560	p > 0,05
AB, мг экв/л	17,54±1,734	15,80±0,895	p > 0,05

При II ступени нагрузки ритм дыхания учащается в 1,5 раза, ОД увеличивается в 2 раза, ЧСС возрастает на 70% от исходного уровня. Однако эффективность газообмена в легких не только не увеличивается, но и имеет тенденцию к снижению, еще больше снижается процент  $H_bO_2$ .

Таблица 2

Динамика функциональных показателей дыхательной и сердечной системы подростков при ступенчато-повышающихся нагрузках

ступени нагрузок	МОД л/мин	ЧД уд/мин	ОД мл/мин	ДК	CO <sub>2</sub> %	C <sub>2</sub> %	VO <sub>2</sub> мл/мин кг	ЧСС уд/мин	HbO <sub>2</sub> %
покой	7,94 ±0,265	18,30 ±0,606	415,00 ±23,988	0,68 ±0,025	2,80 ±0,086	4,10 ±0,144	4,22 ±0,520	75,20 ±1,618	95,00
I 360 кгм/мин	15,24 ±0,584	23,10 ±0,578	655,10 ±30,340	0,73 ±0,014	3,39 ±0,130	4,60 ±1,144	8,45 ±0,462	108,00 ±3,757	88,90
II 540 кгм/мин	25,40 ±0,128	25,60 ±0,838	989,60 ±60,982	0,79 ±0,017	3,51 ±0,057	4,48 ±0,115	14,80 ±0,895	126,30 ±4,624	84,80
III 720 кгм/мин	37,53 ±0,129	31,80 ±1,069	999,00 ±32,080	0,82 ±0,016	3,74 ±0,057	4,50 ±0,086	18,40 ±1,698	140,30 ±5,378	80,90
IV 900 кгм/мин	47,00 ±0,196	36,00 ±1,156	1140,00 ±69,653	0,87 ±0,014	3,80 ±0,028	4,40 ±0,086	22,20 ±3,381	160,50 ±3,486	76,00
V 1080 кгм/мин	48,88 ±1,178	49,00 ±1,676	1127,00 ±50,00	0,91 ±0,028	3,88 ±0,028	4,24 ±0,088	30,70 ±1,300	178,00 ±3,843	72,00
VI 1265 кгм/мин	50,91 ±0,623	47,90 ±4,479	1152,00 ±55,481	0,96 ±0,017	3,86 ±0,109	4,10 ±0,089	37,80 ±1,300	194,00 ±3,063	67,00
VII 1440 кгм/мин	75,85 ±0,268	54,30 ±0,780	1410,00 ±63,005	0,99 ±0,020	4,03 ±0,086	4,03 ±0,095	47,30 ±2,225	204,00 ±3,468	66,20

III ступень нагрузки характеризуется некоторой замедленностью усиления деятельности сердечной и дыхательной систем при почти устойчивом поглощении O<sub>2</sub>. К исходу IV ступени нагрузки дыхательная система обеспечивает дальнейшее увеличение вентиляции (ЧД увеличивается более чем в 2.5 раза) и происходит снижение процентного поглощения O<sub>2</sub>. При каждой следующей ступени нагрузки эта тенденция становится более заметной. Это снижение эффективности газообмена (на V-VII ступенях) компенсируется в дальнейшем увеличением вентиляции за счет большего углубления и учащения дыхания, возрастанием ЧСС (ЧД и ОД-более чем в 3 раза, ЧСС от 177 до 200 уд/мин). Однако падение  $H_bO_2$  к этому времени достигает максимальной величины и составляет 30 %. К концу работы сократительная способность дыхательной мускулатуры остается достаточно высокой, объемные скорости спокойного и форсированного дыхания не уменьшаются или увеличиваются. Реакция АД на нагрузку в целом нормотоническая. Однако показания газового состава и кислотно-щелочного равновесия крови свидетельствуют о резком снижении компенсаторных возможностей организма. Гипоксемия, начавшаяся развиваться на I-II ступенях нагрузки, достигает кульминации к VII ступени и к концу работы (pO<sub>2</sub>=72 мм.рт.ст.), возникает метаболический ацидоз (PH=7,34, BE=-9,5 мг экв/л). Все это, а также повышение ДК, увеличение процента выделения CO<sub>2</sub> свидетельствует о том, что уже с I ступени часть энергии поставляется за счет анаэробных и гликолипических процессов. Однако наиболее выраженная активация данного источника энергии отмечается с III ступени, что соответствует примерно 11,4 кгм/мин кг и согласуется с данными литературы [10, с. 42]. Нагрузки и соответствующие им величины максимального потребления кислорода (МПК), на уровне которых испытуемые отказываются от дальнейшего выполнения работы, согласуются с данными литературы для этого возраста [6, с. 39]. При индивидуальном анализе нами отмечено, что более высокие значения МПК имели место у подростков среднего уровня физического развития на IV стадии полового созревания (средняя величина VO<sub>2</sub> МПК-40,98 мл/мин кг). У юношей, уровень физического развития которых выше среднего, значения МПК заметно ниже (31,70 мл/мин кг), что, по-видимому, связано с отставанием развития мышечной системы от роста скелета, так как по динамике показателей в процессе нагрузок существенных различий между указанными группами испытуемых, выявлено не было. **Выводы.** Таким образом, комплексное исследование динамики показателей дыхания и кровообращения при нагрузках ступенчато-повышающейся мощности позволяют охарактеризовать функциональные возможности юношей 15-16 лет. Результаты исследования показали, что система подготовки юных пловцов строилась с учетом возраста и анатомо-физиологических особенностей их организма, а физические нагрузки были адекватными их физиологическому развитию. **Перспективы дальнейших исследований** заключаются в изучении влияния физических нагрузок ступенчато-повышающейся мощности на функциональные возможности юношей пловцов 15-16 лет.

#### Литература

1. Детская спортивная медицина : учеб. пособие / под ред. Т.Г. Авдеевой, И.И. Бахраха. – Ростов н/Д. : Феникс, 2007. – 319 с.
2. Круцевич Т.Ю. Методы исследования индивидуального здоровья детей и подростков в процессе физического воспитания : учеб. пособие для студ. вузов физ. воспитания и спорта / Т.Ю. Круцевич. – К. : Олимпийская литература, 1999. – 232 с.

3. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков / под ред. А.А. Маркосяна. – М. : Просвещение, 1975.
4. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов / В.С. Мищенко. – К. : Здоровье, 1990 – 200 с.
5. Платонов В.Н. Современная система спортивной подготовки. Нагрузка в спортивной тренировке / В.Н. Платонов. – М. : СААМ, 1995. – С. 92-108.
6. Селуянов В.Н., Мьякинченко Е.Б., Тураев В.Т. Биологические закономерности в планировании физической подготовки спортсменов. – Теория и практика физической культуры. – 1993. – №. 7. – С.29-33.
7. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : учебн. для высших учебн. завед. физ. культуры / А.С.Солодков, Е.Б. Сологуб. – М. : Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2001. – 520 с.
8. Berger J. Belastung und Beanspruchung als Grundkonzept der Herausbildung der kurperlichen und sportlichen Leistungsfähigkeit / J. Berger. –In: Trainingwissenschaft. – Berlin : Sportverlad, 1994. – P. 268-281.
9. Costill D.L. Adaptations of skeletal muscle during of training in sprint to endurance swimming / D.L. Costill, B.O. Eriksson, B. Furberg // Swimming Medicine. – 1994. – Baltimore : University Park Press.
10. Hartley L.H. Cardiac function and endurance / L.H. Hartley // Endurance in Sport. – Oxford : Blackwell Scientific Publication, 1992. – P. 72-79.
11. Holmer I. Oxygen uptake during swimming in man / I. Holmer // J. Appl. Physiol. – 1972. – Vol. 33. – P. 502-509.
12. Perini R., Tironi A., Cautero M., Di Nino A., Tam E., Capelli C. Seasonal training and heart rate and blood pressure variabilities in young swimmers / R. Perini, A. Tironi, M. Cautero, A. Di Nino, E. Tam, C. Capelli // Eur. J Appl. Physiol. – 2006. – No. 97 – P. 395-403.

#### References

1. Avdeeva, T.G., & Bahraha I.I. (2007). Detskaya sportivnaya meditsina: uchebnoe posobie. [Children's sports medicine : textbook.]. Rostov n/D: Feniks; Russian.
2. Krutsevich, T.Yu (1999). Metody issledovaniya individual'nogo zdorov'ya detey i podrostkov v protsesse fizicheskogo vospitaniya: uchebnoe posobie dlia studentiv vuziv fizvospitaniya i sporta [Methods of research of individual health of children and teenagers in the process of physical education: textbook for stud. institutions of higher learning of phys. education and sport]. K.: Olimpiyskaya literatura. Russian.
3. Markosyana, A.A. (1975). Osnovy morfologii i fiziologii organizma detey i podrostkov [Fundamentals of the morphology and physiology of the body of children and adolescents]. Moskow: Prosvechenie. Russian.
4. Mishchenko, V.S. (1990) Funktsionalnye vozmozhnosti sportsmenov [Athletic Functionality]. K.: Zdorove. Russian.
5. Platonov, V.N. (1995). Sovremennaya sistema sportivnoy podgotovki. Nagruzka v sportivnoy trenirovke [Modern system of sporting preparation. Loading is in the sporting training]. Moskow: SAAM. Russian.
6. Seluyanov, V.N., Myakinchenko, E.B., & Turaev, V.T. (1993). Biological zakonomernosti v planirovanii fizicheskoy podgotovki sportsmenov [Biological patterns in the planning of physical training for athletes]. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury; 7, 29-33. Russian.
7. Solodkov, A.S., & Sologub Ye.B (2001) Fiziologiya cheloveka. Obshchaya. Sportivnaya. Vozrastnaya : uchebn. dlya vysshikh uchebnykh zavedeniy fizicheskoy kyll'turu [Human physiology. Overall. Sports. Age : textbook fo higher education institutions of physical education]. Moskow :Terra-Sport, Olimpiya Press. Russian.
8. Berger, J. (1994). Belastung und Beanspruchung als Grundkonzept der Herausbildung der kurperlichen und sportlichen Leistungsfähigkeit. In: Trainingwissenschaft. Berlin : Sportverlad, 268-281.
9. Costill, D.L, Eriksson, B.O., & Furberg, B. (1994). Adaptations of skeletal muscle during of training in sprint to endurance swimming. Swimming Medicine. Baltimore : University Park Press.
10. Hartley, L.H. (1992). Cardiac function and endurance. Endurance in Sport. Oxford : Blackwell Scientific Publication, 72-79.
11. Holmer, I. (1972). Oxygen uptake during swimming in man. J. Appl. Physiol. Vol. 33, 502-509.
12. Perini, R., Tironi, A., Cautero, M., Di Nino, A., Tam, E., & Capelli, C. (2006). Seasonal training and heart rate and blood pressure variabilities in young swimmers. Eur. J Appl. Physiol, 97, 395-403.

DOI 10.31392/NPU-nc.series 15.2019.12(120)19.03

**Бобровник В.І.**

**доктор наук фізичного виховання і спорту,  
професор, зав. кафедри легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту  
Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ**

**Ткаченко М.Л.**

**кандидат педагогічних наук, доцент кафедри легкої атлетики, зимових видів та велосипедного спорту  
Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ**

**Крушинська Н.М.**

**викладач кафедри легкої атлетики,  
зимових видів та велосипедного спорту, майстер спорту з марафонського бігу  
Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ**

#### **АНАЛІЗ І ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИСТУПІВ БІГУНІВ НА КОРОТКІ ДИСТАНЦІЇ (100, 200 м) НА ОСНОВНИХ ЗМАГАЛЬНИХ ФОРУМАХ 1992-2019 рр.**

*Проаналізовано виступи українських бігунів на короткі дистанції (чоловіки і жінки) на Олімпійських іграх і чемпіонатах світу в період з 1992 по 2019 рр. Виявлено динаміку результатів легкоатлетів у бігу на 100 і 200 м, причини відставання від*