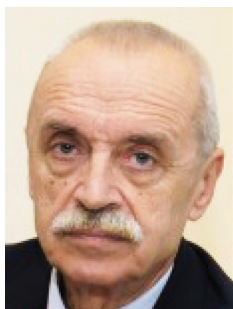


УДК 796.83+796.01:612

СОСТОЯНИЕ АППАРАТА ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ, ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЮНЫХ БОКСЕРОВ НА ЭТАПЕ НАЧАЛЬНОЙ СПОРТИВНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ



Зубовский Д.К. (фото), канд. мед. наук,

Ильютик А.В.,

Асташова А.Ю.

(Белорусский государственный университет физической культуры);

Якубчик Д.В.

(Специализированная детско-юношеская школа олимпийского резерва по боксу управления спорта и туризма Мингорисполкома)

В статье изложены результаты исследования аппарата внешнего дыхания, центральной гемодинамики и регуляции сердечного ритма спортсменов-боксеров 12–17 лет. Исследованные показатели свидетельствуют об эффективно спланированном адекватно возрасту учебно-тренировочном процессе. В статье отображен фактический материал; обсуждение результатов будет проведено в последующей публикации.

Ключевые слова: боксеры, детские и юношеский возраст, внешнее дыхание, центральная гемодинамика, регуляция сердечного ритма.

THE STATE OF THE APPARATUS OF EXTERNAL BREATH, CENTRAL HAEMODYNAMICS AND CARDIAC RHYTHM REGULATION OF YOUNG BOXERS AT THE STAGE OF INITIAL SPORTS SPECIALIZATION

Research results of the apparatus of external breath, central haemodynamics and cardiac rhythm regulation of 12–17 year old boxers are presented in the article. The studied indicators testify to an effectively planned age adequate educational and training process. The factual material has found its reflection in the article; discussion of the results will be carried out in the subsequent publication.

Keywords: boxers, infantile and juvenile age, external breath, central haemodynamics, cardiac rhythm regulation.

Процесс адаптации к мышечной деятельности у юных боксеров характеризуется целым рядом особенностей, связанных как с воздействием си-

стематических занятий спортом, так и с высокими темпами возрастных морфологических и функциональных перестроек систем внешнего дыхания, кровообращения и вегетативной регуляции сердечного ритма [5, 6, 8].

Цель исследования – оценка функции внешнего дыхания, состояния центральной гемодинамики (ЦГД) и вариабельности сердечного ритма (ВСР) у юных боксеров.

Материалы и методы исследования

В тестировании принимали участие 44 боксера, учащихся ГУСУ «СДЮШОР по боксу управления спорта и туризма Мингорисполкома». Разряд МС имел 1 спортсмен, КМС – 5, первый разряд – 4, юношеские разряды – 34 спортсмена. Спортсмены были разделены на три возрастные группы: юноши 16–17 лет (гр. 1; n=10); подростки 14–15 лет (гр. 2; n=20); дети 12–13 лет (гр. 3; n=14).

Состояние аппарата внешнего дыхания определяли методом флоуспиromетрии (автоматизированный спирометр МАС-1). Анализировали: ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ДО – дыхательный объем; ДО_м,л – минутный объем дыхания в режиме максимальной вентиляции (л); ЧД – частота дыхания; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; МВЛ – максимальная вентиляция легких; ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду маневра ФЖЕЛ; ОФВ1/ФЖЕЛ; МОС₂₅ –

максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 25 % ФЖЕЛ; МОС₅₀ – максимальная объемная скорость воздуха на уровне 50 % ФЖЕЛ; МОС₇₅ – максимальная объемная скорость воздуха на уровне выдоха 75 % ФЖЕЛ; ПОС_{выд} – пиковая объемная скорость воздуха на выдохе при выполнении пробы ЖЕЛ; СОС₂₅₋₇₅ – средняя объемная скорость форсированного выдоха, усредненная в интервале выдоха от 25 до 75 % ФЖЕЛ. Показатели регистрировали в покое.

Показатели системного кровообращения регистрировались методом дифференциальной тетраполярной реографии (компьютерный реограф «Импекард-М»). Изучались показатели ЦГД: частота сердечных сокращений – ЧСС (уд/мин); систолическое, диастолическое, среднее артериальное давление – соответственно САД, ДАД, АД_{ср}. (мм рт. ст.); ударный объем крови – УО (мл); минутный объем кровообращения – МОК (мл/мин); ударный индекс – УИ (мл/м²); сердечный индекс – СИ (л/мин×м²); давление наполнения левого желудочка – ДНЛЖ (мм рт. ст.); общее периферическое сопротивление сосудов – ОПСС (дин×с×м⁻⁵); а также производное от ЧСС и АД: общий гемодинамический показатель – ОГП (усл. ед.). Показатели регистрировали в покое и сразу после выполнения физической нагрузки.

При анализе ВСР (компьютерный комплекс «Нейрон-Спектр», Нейрософт) в покое и в ортостазе изучались пространственно-спектральные компоненты ВСР: TP (мс²) – общая мощность спектра ВСР; VLF (мс²) – мощность спектра очень низких частот; LF (мс²) – мощность низкочастотного домена спектра ВСР; HF (мс²) – мощность высокочастотного домена спектра ВСР; LF/HF – индекс симпатико-парасимпатического баланса. HF, LF и VLF (%) – процентный вклад каждой колебательной составляющей в общую мощность спектра. Состояние вегетативного тонуса оценивалось по величине индекса напряжения ИН (у.е.), вегетативная реактивность – по индексу напряжения Баевского ИНБ (у.е.).

Статистический анализ данных производили с помощью пакета программ «Microsoft Office Excel» и «IBM SPSS Statistics 20». Использовались: критерии Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова; методы непараметрической статистики; Н-критерий Краскела-Уоллиса; W-критерии Уилкоксона, Фишера (φ). Количественные данные представлены в виде медианы значений (Me) и интерквартильного размаха с описанием значений 25 и 75 перцентилей: Me (25 %; 75 %). Критическим значением уровня значимости считали 0,05.

Основные результаты исследования

Данные исследования представлены в таблице 1.

Сравнительный анализ данных выявил ожидаемые значимые различия в параметрах дыхания между группами спортсменов. Так, юноши (гр. 1) характеризовались более высокими показателями, как статических объемов (ДО, ДО_{м,л}, РО_{вд}, РО_{выд}) и емкостей (ЖЕЛ, ФЖЕЛ), характеризующих упругие свойства легких и грудной стенки, так и динамических характеристик (ЧД, МОД, МВЛ, ОФВ, МОС₂₅₋₇₅, ПОС_{выд}), позволяющих оценить количество поступающего в легкие и выводящегося из них воздуха за единицу времени. Такие же значимые различия отмечены между гр. 2 и гр. 3 (P<0,05, таблица 1). Увеличение с возрастом ФЖЕЛ, ОФВ1 и динамических объемов легких (ДО, МОД) у боксеров гр. 1 указывает на закономерное развитие дыхательной мускулатуры к подростковому возрасту, что позволяет спортсменам оптимально реализовывать свои физические и технические возможности.

Таблица 1. – Среднегрупповые показатели функций внешнего дыхания юных боксеров в состоянии покоя

Показатели	Обследованные боксеры			
	Группа 1 n=10	Группа 2 n=20	Группа 3 n=14	P
ЖЕЛ, л	5,4 (4,9; 5,7)	4,4 (3,9; 5,1)	3,5 (3,0; 3,9)	0,000
ЖЕЛ, (%)	105 (101; 110)	98 (92; 107)	101 (96; 104)	0,42
ДО, л	0,89 (0,69; 1,01)	0,72 (0,62; 0,80)	0,75 (0,54; 0,96)	0,42
МОД, л/мин	15,8 (14,9; 18,1)	13,6 (9,9; 15,1)	13,5 (9,7; 16,1)	0,15
РО _{выд} , л	2,1 (1,8; 2,4)	1,5 (1,2; 1,8)	1,3 (1,1; 1,4)	0,002
РО _{вд} , л	2,3 (2,0; 2,6)	2,2 (1,7; 2,6)	1,5 (1,3; 1,7)	0,004
ЧД, мин ⁻¹	17,5 (16,2; 18,7)	18 (14,0; 22,2)	19 (15,7; 23,7)	0,73
ФЖЕЛ, л	5,5 (4,9; 5,6)	4,3 (3,8; 4,7)	3,5 (3,1; 3,9)	0,000
ФЖЕЛ, (%)	105 (99; 107)	99 (89; 102)	98 (94; 103)	0,15
ОФВ1, л	5,1 (4,4; 5,4)	3,6 (3,0; 4,1)	3,0 (2,7; 3,6)	0,000
ОФВ1, (%)	110 (101; 118)	96 (88; 102)	105 (96; 107)	0,049
ОФВ/ФЖЕЛ, (%)	93 (87; 96)	89 (84; 93)	88 (86; 91)	0,24
ПОС _{выд} , л/с	8,2 (7,0; 10,6)	6,9 (5,8; 7,3)	5,7 (4,7; 6,6)	0,005
МОС ₂₅ , л/с	7,7 (6,6; 8,9)	6,7 (5,5; 6,7)	5,0 (4,7; 6,0)	0,002
МОС ₅₀ , л/с	5,8 (5,0; 7,1)	4,4 (3,4; 5,2)	3,9 (3,3; 5,1)	0,014
МОС ₇₅ , л/с	3,5 (2,9; 4,7)	2,4 (1,8; 3,3)	2,1 (1,8; 2,6)	0,005
СОС ₂₅₋₇₅ , л/с	5,3 (4,7; 6,7)	3,8 (3,2; 5,1)	3,7 (3,1; 4,3)	0,005
МВЛ, л/мин	143 (133; 161)	119 (101; 126)	89 (76; 101)	0,000
ДО _м , л	2,3 (2,0; 2,8)	2,0 (1,6; 2,4)	1,4 (1,1; 1,8)	0,009
ЧД _м , мин ⁻¹	60 (52; 76)	56 (49; 76)	60 (55; 69)	0,78

Примечание – P – достигнутый уровень значимости при сравнении трех групп спортсменов по Н-критерию Краскела-Уоллиса (жирным шрифтом выделены значимые различия)

Полученные значимо высокие среднегрупповые показатели ПОС_{выд}, МОС₂₅₋₇₅, СОС₂₅₋₇₅ в гр. 1 позволяют судить о более высоких силовых характеристиках дыхательной мускулатуры, проходимости крупных и мелких бронхов, а также о большей энергоёмкости дыхательного акта у подростков-боксеров.

В таблице 2 представлены среднегрупповые величины показателей ЦГД в состоянии покоя. Отмечены значимые различия показателей АД: в гр. 1 – наиболее высокие значения САД, ДАД, АДср., в гр. 3 – наименьшие (различия значимы при сравнении трех групп спортсменов, $P < 0,05$). Также выявлены значимые различия УО и МОК: с увеличением возраста спортсменов УО закономерно повышается: в гр. 3 – 71,2 (59,0; 81,2) мл; в гр. 2 – 95,2 (82,7; 110,4) мл и 101,9 (92,3; 120,9) мл – в гр. 1 (различия значимы при сравнении трех групп, $P < 0,05$). Такая же закономерность прослеживалась и для МОК (различия значимы при сравнении трех групп спортсменов, $P < 0,05$). Большие, по сравнению с гр. 2 и гр. 3 величины УО (усиление инотропной функции сердца) у боксеров гр. 1 на фоне значимого снижения ЧСС ($P < 0,05$) и тенденции к уменьшению величин ОПСС указывают на благоприятное влияние возрастающих физических нагрузок на более старших боксеров и об адекватном планировании тренировочного процесса.

Таблица 2. – Показатели центральной гемодинамики юных боксеров

Показатели	Обследованные боксеры			
	Группа 1 n=10	Группа 2 n=20	Группа 3 n=14	P
Возраст, лет	16 (16,0; 16,8)	14 (14,0; 15,0)	13 (12,0; 13,0)	0,000
Рост, см	182 (174,5; 185,0)	175 (168,8; 178,3)	158 (154,5; 162,8)	0,000
Вес, кг	68,5 (61,8; 83,0)	57,0 (51,8; 63,8)	46,5 (43,5; 58,8)	0,001
САД, мм рт. ст.	120 (120; 120)	110 (105; 120)	93 (90; 95)	0,000
ДАД, мм рт. ст.	63 (60; 65)	58 (55; 60)	53 (45; 59)	0,001
АДср, мм рт.ст.	81,7 (78,7; 83,3)	75,0 (70,0; 78,7)	65,9 (60,2; 71,5)	0,000
ЧСС, уд/мин	65 (62; 70)	60 (54; 66)	69 (68; 76)	0,009
УО, мл	101,9 (92,3; 120,9)	95,2 (82,7; 110,4)	71,2 (59,0; 81,2)	0,003
МОК, л/мин	7,0 (5,8; 7,8)	5,9 (4,9; 6,5)	4,8 (4,0; 5,4)	0,039
СИ, л/мин·м ²	3,9 (3,4; 4,1)	3,5 (3,2; 4,2)	3,4 (2,9; 4,2)	0,69
ОПСС, ин·с ^х ·м ²	787 (664; 926)	797 (738; 919)	926 (705; 1012)	0,81
ДНЛЖ, мм рт. ст.	17,5 (17,1; 18,6)	17,4 (16,8; 18,1)	17,9 (16,8; 18,8)	0,78
ОГП, у.е.	149 (137; 156)	134 (130; 142)	136 (129; 139)	0,033

Примечание – P – достигнутый уровень значимости при сравнении трех групп спортсменов по H-критерию Краскела-Уоллиса (жирным шрифтом выделены значимые различия)

ОГП является одной из интегральных характеристик системы кровообращения и адаптационных возможностей организма. Среднестатистические уровни ОГП во всех группах наблюдения соответствовали хорошему гемодинамическому состоянию [3]. Отличное состояние гемодинамики (ОГП < 125) [3] чаще диагностировалось у более младших спортсменов (гр. 2 и 3): а именно, у 55,0 % и 35,7 %

испытуемых, соответственно, тогда как в гр. 1 – только у 10,0 % (различия значимы при сравнении гр. 1 и гр. 2, $P < 0,01$, $\phi_{экср} = 2,65$). При этом у более старших боксеров (гр. 1) величина ОГП была значимо выше по сравнению с боксерами гр. 2 и гр. 3 ($P < 0,05$, таблица 2), что обусловлено более высоким САД и ДАД у 16–17-летних боксеров.

В таблице 3 представлены среднегрупповые величины показателей ВСР в состоянии покоя. В обследуемых группах боксеров отмечены средние значения TP, что указывает на адекватную регуляцию сердечно-сосудистой системы (ССС) и высокий адаптационный потенциал организма.

Таблица 3. – Среднегрупповые показатели ВСР юных боксеров

Показатели	Обследованные боксеры			
	Группа 1 n=10	Группа 2 n=20	Группа 3 n=14	P
Фоновая запись				
TP, мс ²	4246 (3344; 7547)	4645 (2251; 7445)	3550 (1667; 7289)	0,41
HF, мс ²	1333 (913; 2510)	2206 (1037; 3388)	1683 (590; 3322)	0,60
HF, (%)	27,1 (23,2; 40,8)	45,4 (36,7; 56,3)	52,1 (39,6; 65,9)	0,045
LF, мс ²	1089 (895; 1523)	911 (561; 2436)	956 (523; 1725)	0,79
LF, (%)	27,8 (26,2; 30,3)	27,2 (17,3; 32,6)	25,0 (21,2; 42,8)	0,91
VLF, мс ²	1461 (994; 3096)	1081 (728; 1840)	639 (310; 909)	0,007
VLF, (%)	42,7 (29,7; 47,7)	24,5 (14,2; 31,1)	17,8 (14,6; 23,8)	0,022
LF/HF	1,0 (0,6; 1,4)	0,7 (0,3; 0,9)	0,5 (0,3; 1,1)	0,23
ИН, у.е.	42,6 (32,9; 55,7)	46,5 (25,6; 78,0)	52,1 (32,8; 114,5)	0,52
Ортостаз				
TP	3444 (1767; 4974)	2313 (1378; 3779)	2574 (1597; 3551)	0,51
HF, мс ²	421 (190; 806)*	232 (104; 403)*	361 (172; 892)*	0,45
HF, (%)	13,2 (10,8; 14,5)*	8,7 (7,1; 12,1)*	15,6 (9,2; 26,2)*	0,026
LF, мс ²	1460 (754; 2751)*	1103 (501; 1969)	1260 (636; 1402)	0,19
LF, (%)	48,3 (41,0; 55,8)*	45,0 (39,0; 51,4)*	42,6 (38,7; 46,0)*	0,56
VLF, мс ²	1495 (970; 1725)	913 (712; 1558)	841 (569; 1336)	0,21
VLF, (%)	40,1 (28,4; 47,7)	43,6 (35,0; 50,3)*	34,5 (28,4; 46,9)*	0,52
LF/HF	3,7 (3,5; 4,3)*	5,2 (3,9; 6,6)*	2,7 (1,4; 3,8)*	0,048
ИНорт, у.е.	63,8 (58,6; 157,9)*	111,0 (69,0; 181,7)*	100,3 (72,8; 162,5)	0,25
ИНБ, у.е.	1,8 (1,5; 3,0)	2,6 (1,7; 4,4)	2,7 (1,2; 4,6)	0,61

Примечания
P – достигнутый уровень значимости при сравнении трех групп спортсменов по H-критерию Краскела-Уоллиса (жирным шрифтом выделены значимые различия);
* значимые различия в группах при сравнении с фоновой записью по W-критерию Уилкоксона ($P < 0,05$)

Вклад составляющей VLF, отражающей степень активации церебральных эрготропных систем [1, 4], значимо нарастал с увеличением возраста боксеров, как в относительных: 17,8 % (гр. 3); 24,5 % (гр. 2) и 42,7 % (гр. 1) ($P < 0,05$), так и в абсолютных значениях: 639; 1081 и 1461 мс² у боксеров 3, 2 и 1 групп, соответственно (таблица 3., $P < 0,05$). Вклад дыхательной составляющей (HF), отражающей преимущественно парасимпатическое звено регуляции, значимо уменьшался с увеличением возраста обследуемых и, не выходя за рамки средних нормативов доли суммарной мощности спектра (40–55 %) [1, 8], у боксеров 12–13 лет составил 52,1 %; у 14–15-летних – 45,4 %, а у 16–17-летних – 27,1 % (таблица 3, $P < 0,05$).

Таким образом, структура фонового спектра мощности ВСР в гр. 1 выглядела так: VLF>LF>HF; в то же время в группах 2 и 3 – «классически»: HF>LF>VLF [5].

Среднегрупповая величина показателя LF/HF, характеризующего баланс отделов вегетативной нервной системы (ВНС), в гр. 1 составила 1,0 (0,6; 1,4), что указывает на уравновешенное состояние симпатического и парасимпатического отделов ВНС. В волновой структуре сердечного ритма спортсменов гр. 2 и 3 показатель LF/HF составил 0,7 (0,3; 0,9) и 0,5 (0,3; 1,1) соответственно, что указывает на закономерное для лиц молодого возраста преобладание парасимпатической регуляции.

При проведении активной ортостатической пробы в трех группах выявлено значимое уменьшение показателя HF (как абсолютных значений, так и относительных), а также значимое увеличение относительных значений LF (таблица 3., $P < 0,05$). Мощность VLF-части спектра в ортостазе у спортсменов 16–17 лет (гр. 1) не изменилась: 42,7 % (исходно) и 40,1 % (в ортостазе). У более младших боксеров происходила активация VLF-части спектра: с 24,5 % до 43,6 % (гр. 2) и с 17,8 % до 34,5 % (гр. 3) (таблица 3, $P < 0,05$), что указывает на большую вовлеченность центральных структур управления в ортостатическое воздействие [1, 4, 7].

Заключение

Сравнительный анализ данных выявил ожидаемые значимые различия в функциональном состоянии системы внешнего дыхания между группами спортсменов, что свидетельствовало о закономерном возрастном развитии легочных структур [2] обследованных спортсменов.

Функциональное состояние ССС у юных боксеров в целом было хорошим, при этом отличное состояние гемодинамики значимо чаще отмечено у 14–15-летних и 12–13-летних спортсменов.

Исходное состояние ВНС обследованных спортсменов по данным спектрального анализа ВСР характеризуется парасимпатикотонией в покое и уменьшением с возрастом мощности высокочастотной части спектра (HF), отражающей преимущественно парасимпатическое звено регуляции. С увеличени-

ем возраста и спортивного стажа у юных боксеров отмечено усиление мощности VLF, отражающей степень активации церебральных надсегментарных эрготропных систем [1, 4, 7], а также нарастание симпатикотонии (уменьшение мощности HF). При проведении активной ортостатической пробы в трех группах выявлена статистически значимая активизация симпатического отдела ВНС (уменьшение показателя HF и увеличение значений LF).

Ортостатическая проба является важным методом выявления скрытых изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, в частности, со стороны механизмов вегетативной регуляции [1, 7]. Изучение особенностей ортостатической реакции у юных боксеров с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе войдет в круг задач наших дальнейших исследований.

Выводы

Полученные данные о состоянии аппарата внешнего дыхания, центральной гемодинамики и регуляции сердечного ритма боксеров 12–17 лет свидетельствуют об эффективном и спланированном адекватно возрасту учебно-тренировочном процессе (совокупность структурных компонентов, направленность тренировочных нагрузок и пр.) на этапе начальной спортивной специализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–86.
2. Беленко, И. С. Влияние занятий спортом на функциональное состояние нервной и дыхательной систем юных футболистов и баскетболистов 10–15 лет разных соматотипов : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.03.01 / И. С. Беленко ; Адыг. гос. ун-т. – Майкоп, 2010. – 25 с.
3. Макарова, Г. А. Спортивная медицина : учеб. / Г. А. Макарова. – М. : Советский спорт, 2003. – 480 с.
4. Хаспекова, Н. Б. Регуляция вариативности ритма сердца у здоровых и больных с психогенной и органической патологией мозга : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 03.00.13 / Н. Б. Хаспекова ; Ин-т высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН. – М., 1996. – 49 с.
5. Шаханова, А. В. Особенности адаптации системы внешнего дыхания и повышенной мышечной деятельности у юных спортсменов игровых видов спорта с различными соматическими типами / А. В. Шаханова, И. С. Беленко // Вестник Адыгейского гос. ун-та. – Майкоп, 2008. – № 4. – С. 96–104.
6. Шивит-Хуурак, И. К. Повышение эффективности учебно-тренировочного процесса студентов-боксеров высокой квалификации на предсоревновательном этапе : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / И. К. Шивит-Хуурак ; Бурят. гос. ун-т. – Улан-Удэ, 2010. – 26 с.
7. Шлык, Н. И. Анализ вариабельности сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение : материалы V Всерос. симп. ; отв. ред. Р. М. Баевский, Н. И. Шлык. – Ижевск : Удмуртский ун-т, 2011. – С. 348–369.
8. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н. И. Шлык. – Ижевск : Удмуртский ун-т, 2009. – 259 с.

11.01.2016