

УДК 796.011.3:612.172-057.875 (045)

Приймак С.Г.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН КИСНЕВО-ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ У СТУДЕНТІВ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У БОКСІ

Належне функціонування киснево-транспортної системи в базальних умовах та при виконанні проби PWC_{170} у студентів-боксерів легких категорій забезпечується симпатичним впливом на регуляцію серцевої діяльності при домінуванні парасимпатичного впливу на судинно-тонічну функцію. І, навпаки, у "важковаговиків" при домінуючому впливі парасимпатичної складової на ритм серця спостерігається симпатична регуляція судинного тону.

Ключові слова: освітній процес, студенти, судинний тонус, проба PWC_{170} , варіабельність ритму серця, фізична працездатність, бокс.

Постановка проблеми. Сучасним напрямком науково-педагогічних досліджень є формування функціональної готовності майбутнього вчителя фізичної культури у процесі спортивно-педагогічного удосконалення, який здатен раціонально впроваджувати, конструювати, перетворювати і реалізовувати окремі складові самої діяльності, оптимально розробляти, моделювати засоби педагогічного впливу та ефективно використовувати їх в практиці. Результативність реалізації даної проблеми у вищій школі при підготовці фахівців з фізичної культури та спорту, здоров'я людини визначається раціональним управлінням, спрямованістю, стратегією, змістом і технологією процесу навчання і виховання. При цьому, без визначення фізичного стану організму майбутнього фахівця, можливостей систем для реалізації потенціалу неможливо оптимально прогнозувати результат, форми, зміст та засоби освітніх технологій, раціональне співвідношення фізичних засобів та методів у процесі педагогічної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інформативним критерієм для оцінки впливу засобів і методів спортивно-педагогічної діяльності на організм осіб, що займаються фізичною культурою та спортом, є стан фізіологічних функцій, які обумовлюють енергетичне забезпечення м'язової роботи різної інтенсивності та спрямованості [5, 6, 8]. При цьому, оптимальний рівень функціональної готовності систем організму осіб, які займаються швидко-силовими видами спортивно-педагогічної діяльності, можуть бути визначені на підставі дослідження реалізації енергетичного забезпечення у процесі виконання дозованої фізичної роботи як критерію максимальних можливостей, що відображає потенціал індивідууму в стресових умовах. Крім того, визначення функціонального стану систем організму в базальних умовах надає можливість отримати досить важливу інформацію щодо мінімальної межі діапазону функціональних резервів організму для прогнозування успішності реалізації діяльності у обраному виді спортивно-педагогічної діяльності. Киснево-транспортна система є, в даному випадку, моделюючою у відповідності до генеруючих факторів зовнішнього середовища, зокрема, фізичних навантажень різної спрямованості і тривалості.

У зв'язку з цим, **метою статті** було визначення функціонального стану киснево транспортної системи, судинного тону та вегетативної регуляції серцевого ритму студентів чоловічої статі, що займаються в групі спортивно-педагогічного удосконалення (СПУ) з боксу.

Організація і методи дослідження. В дослідженнях брали участь 27 осіб чоловічої статі у віці 19-21 років, що відвідують секцію зі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу, яка діє на базі факультету фізичного виховання Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка, і входять до основного складу збірної команди Чернігівської області, з яких – 2 майстри спорту Міжнародного класу, 12 майстрів спорту і кандидатів у майстри спорту України, 13 спортсменів масових розрядів. Дослідження проведені упродовж квітня-травня 2013 року на базі лабораторії психофізіології м'язової діяльності Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка.

Особливості вегетативної регуляції серцевого ритму (ВРС) вивчали на підставі аналізу показників ВРС 5-7 хвилинних фрагментів фотоплетизмограми за допомогою монітору серцевого ритму Polar RS300X (Polar Electro, Фінляндія). Аналіз даних здійснювався за допомогою програмного забезпечення Kubios HRV 2.1 (Kuopio, Finland). Артефакти і екстрасистоли видалялися з електронного запису ручним методом. Аналізувались наступні показники спектрального (частотного) аналізу варіабельності ритму

серця (BPC) та кардіоінтервалографії (КИГ): загальна потужність спектру (Total Power, TP), потужність високочастотного (High Frequency, HF), низькочастотного (Low Frequency, LF) і зверхнизькочастотного (Very Low Frequency, VLF) компонентів, внесок зазначених компонентів в загальну потужність спектру (%), а також співвідношення LF до HF хвиль, розрахованих у відповідності до абсолютних (m^2) одиниць (LF/HF ratio, ум. од) [9]; M_0 (мода – найбільш часто зустрічаються значення RR-інтервалу), A_{M_0} (амплітуда моди – відсоток кардіоінтервалів R-R, відповідний значенням моди); ΔX (варіаційний розмах – різниця між тривалістю найбільшого і найменшого RR-інтервалу). Для визначення централізації регуляції серцевого ритму на основі даних показників розраховувався індекс напруги (за Р. М. Баевским) [1]: IN – індекс напруги регуляторних систем ($IN = A_{M_0} \times (2 \times \Delta X \times M_0)^{-1}$).

Судинний тонус визначали за допомогою фотоплетизмографічної методики з застосуванням пульсоксиметра Ohmeda Biox 3700e Puls-Oximeter (Ohmeda, США), інтегрованого з комп'ютером для тривалого моніторингу пульсової хвилі з можливістю запису, аналізу та інтерпретації результатів. Нами визначались: тривалість пульсової хвилі ($T_{ПХ}$), с; (тривалість дикротичної фази пульсової хвилі ($T_{ДФ}$), с; тривалість анакротичної фази пульсової хвилі ($T_{АФ}$), с; тривалість фази наповнення ($T_{ФН}$), с; тривалість систолічної фази серцевого циклу ($T_{сист.}$), с; тривалість діастолічної фази серцевого циклу ($T_{діаст.}$), с; час відбиття пульсової хвилі ($T_{відб.}$), с; амплітуда пульсової хвилі ($АПХ$), ум. од.; амплітуда дикротичної хвилі ($АДХ$), ум. од.; амплітуда інцизури (AI), ум. од. [4]. Реєстрація параметрів пульсової хвилі здійснювалась за допомогою фотоплетизмографічного датчика на дистальній фаланзі 3 пальця лівої кисті в базальних умовах та через 7 хв. після дозованого фізичного навантаження (проба PWC_{170}) у положенні сидячі синхронно з параметрами серцевого ритму.

Параметри зовнішнього дихання визначали за допомогою спірометалобографу Метатест-1. Нами реєструвались: частота дихання (ЧД, дих. циклів \times хв.⁻¹), дихальний об'єм (ДО, мл). Хвилинний об'єм дихання (ХОД, мл) розраховувався на підставі добутку ЧД та ДО.

Систолічний ($AT_{сист.}$, мм. рт. ст.) та діастолічний артеріальний тиск ($AT_{діаст.}$, мм. рт. ст.) визначали за допомогою електромеханічного тонометра AND UA-704 (Японія). На підставі емпіричних даних розраховували пульсовий АТ (ПТ), мм. рт. ст.; середньодинамічний АТ ($AT_{сер.}$), мм. рт. ст.; ударний об'єм крові (УОК), мл; хвилинний об'єм крові (ХОК), мл; вегетативний індекс Кердо (ВіК), ум. од.; коефіцієнт ефективності кровообігу (КЕК), ум. од. [8].

Під час реєстрації вищезначених показників досліджуєми обмежувався від впливу аудіовізуальних подразників за допомогою світлоізолюючої тканинної маски чорного кольору та звукопоглинаючих навушників, які не створювали дискомфорту.

Виконання проби PWC_{170} здійснювалось на велоергометрі ВЭ-02 у відповідності до стандартів її виконання [2]. В стані спокою, безпосередньо після I та II навантажень, в фазах реституції (через 3 хв. після I та 7 хв. після II навантажень) визначались вищезазначені показники.

Статистичну обробку фактичного матеріалу здійснювали за допомогою програми Microsoft Office Excel [3]. Для кількісних вимірів розраховувалися такі статистичні характеристики, як середнє арифметичне (M), стандартна помилка вибіркового середнього (m). З урахуванням наближення вибірок до закону нормального розподілу для оцінки достовірності відмінностей у рівні прояву ознаки використовували t-критерій Ст'юдента для незалежних вибірок та U-критерій Манна-Уїтні (рівень статистичної значущості $\alpha = 0,05$).

Виклад основного матеріалу дослідження. У відповідності до вагових категорій, що мають місце як в аматорському, так і професійному боксі, студенти-спортсмени були розподілені на 6 відповідних категорій – легша (46-56 кг), напівлегка (60-64 кг), напівсередня (64,1-69 кг), середня (69,1-75 кг), напівважка (75,1-81 кг), важка (81,1-91 кг). Виходячи з попередніх досліджень та узагальнення генералізуючих особливостей функціонування систем організму студенти-боксери були об'єднанні у дві групи, які мають загальні риси функціонального забезпечення діяльності, зокрема: "легковаговиків", яка включає в себе легшу, напівлегку та напівсередню вагові категорії і охоплює контингент студентів з масою тіла в діапазоні 46-69 кг та "важковаговиків", яка формується зі спортсменів середньої, на півсередньої та важкої вагової категорій в межах 69,1-91 кг [7].

Так, в базальних умовах у студентів-боксерів вегетативний індекс Кердо, який характеризує співвідношення пара-, симпатичної регуляції серцево-судинної діяльності має достатньо високу схильність до ваготонії ($-44,04 \pm 1,51$ ум. од.). Ударний об'єм серця, в даному випадку, напряму залежить від вагової категорії і свідчить про відносно вищі значення (63,63-68,13 ум. од.) у "легковаговиків" на відміну від студентів-боксерів важких категорій (60,46-61,38 ум. од.). Дану тенденцію можна пояснити характером забезпечення трофіки тканин: у "важковаговиків" – за рахунок об'ємного викиду крові в фазу систоли, на відміну від інших вагових категорій, у яких даний механізм реалізується у відповідності до частотних характеристик (ЧСС) (табл. 1).

Даний факт підтверджується співвідношенням високо- до низькохвильової складових варіабельності серцевого ритму (LF/HF, %) (табл. 2). Так, у найважчій ваговій категорії дане співвідношення становить 21,78/44,24%, що вказує на достатньо високий вплив парасимпатичної нервової системи на регуляцію серцевої діяльності.

Таблиця 1

Функціональний стан серцево-судинної системи у студентів,
що займаються в групах СПУ з боксу

Показник		Δ, %	M _{46-69 кг}	Вагова категорія						M _{69-91 кг}
				"Легковаговики"			"Важковаговики"			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
ЧСС, уд·хв ⁻¹	Базальні умови	0,77	62,92	69,56 ±1,44	60,89 ±1,23	58,31 ±1,46	69,56 ±1,02	62,04 ±1,46	55,72 ±1,67	62,44
	Після проби PWC ₁₇₀	0,27	157,12	161,37 ±2,33	158,57 ±2,65	151,42 ±2,29	152,56 ±1,61	155,34 ±1,55	162,20 ±1,68	156,70
	Фаза реституції	-4,37	94,46	105,45 ±1,59	93,37 ±1,44	84,56 ±1,52	98,30 ±1,02	100,34 ±1,41	97,10 ±1,17	98,58
КЭК, ум. од.	Базальні умови	-1,13	2953,58	3311,11 ±51,93	2884,24 ±65,40	2665,40 ±47,11	2858,58 ±59,00	2553,85 ±28,15	3549,29 ±44,99	2987,24
	Після проби PWC ₁₇₀	-8,42	12099,26	10763,16 ±228,47	12397,94 ±320,68	13136,69 ±330,43	11691,44 ±169,35	11234,96 ±144,78	16707,62 ±231,06	13211,34
	Фаза реституції	-3,67	5074,04	5210,15 ±148,22	5529,40 ±122,37	4482,57 ±74,41	4336,83 ±109,84	4607,33 ±113,85	6858,55 ±286,48	5267,57
УОК, мл	Базальні умови	1,07	65,37	68,13 ±1,84	64,34 ±1,24	63,63 ±1,86	60,46 ±1,41	61,38 ±1,93	72,18 ±1,68	64,67
	Після проби PWC ₁₇₀	-0,85	76,14	71,43 ±1,68	73,47 ±1,49	83,53 ±1,01	70,53 ±0,78	69,33 ±0,63	90,53 ±0,03	76,80
	Фаза реституції	5,88	67,13	65,47 ±0,48	68,63 ±0,82	67,30 ±0,70	55,71 ±1,78	56,43 ±0,58	78,08 ±0,08	63,41
ХОК, мл	Базальні умови	1,71	4079,02	4663,87 ±51,70	3881,92 ±59,37	3691,27 ±25,91	4204,53 ±97,12	3824,49 ±51,16	4001,99 ±52,63	4010,34
	Після проби PWC ₁₇₀	-1,15	11936,84	11468,06 ±125,23	11667,39 ±142,20	12675,06 ±245,38	10745,39 ±163,77	10759,34 ±185,96	14721,97 ±152,29	12075,57
	Фаза реституції	0,07	6302,38	6821,00 ±129,45	6398,93 ±106,50	5687,21 ±61,24	5411,54 ±123,94	5681,82 ±107,85	7801,29 ±275,02	6298,22
ВіК, ум. од.	Базальні умови	-14,23	-26,41	-11,62 ±1,49	-33,57 ±0,84	-34,04 ±0,09	-23,38 ±1,47	-24,96 ±1,04	-44,04 ±1,51	-30,79
	Після проби PWC ₁₇₀	5,92	45,46	45,91 ±0,48	42,50 ±0,83	47,96 ±0,40	37,43 ±0,99	42,02 ±0,24	49,30 ±0,41	42,92
	Фаза реституції	-3,83	11,63	20,34 ±0,45	7,51 ±0,40	7,05 ±0,24	4,12 ±0,43	11,17 ±0,91	21,00 ±0,26	12,10

Таблиця 2

Вегетативна регуляція серцевого ритму у студентів, що займаються в групах СПУ з боксу

Показник		Δ, %	M _{46-69 кг}	Вагова категорія						M _{69-91 кг}
				"Легковаговики"			"Важковаговики"			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
Total Power, ms ²	Базальні умови	-30,44	5470,43	3694,56 ±115,90	7341,54 ±451,56	5375,20 ±353,94	10265,06 ±502,01	6571,14 ±291,54	6755,53 ±167,05	7863,91
	Фаза реституції	48,71	2790,99	1456,24 ±84,12	3976,64 ±395,20	2940,09 ±149,71	4206,44 ±342,11	843,78 ±21,47	580,03 ±27,15	1876,75
Very Low Frequency (VLF), %	Базальні умови	9,17	41,08	36,11 ±1,35	44,53 ±1,55	42,60 ±1,40	35,17 ±1,68	43,73 ±1,22	33,99 ±1,37	37,63
	Фаза реституції	-21,15	24,05	19,88 ±1,03	28,71 ±1,25	23,56 ±2,27	17,67 ±1,04	25,36 ±1,21	48,47 ±3,43	30,50
Low Frequency (LF), %	Базальні умови	11,95	35,29	40,61 ±1,80	22,65 ±0,17	42,60 ±1,89	38,19 ±1,83	34,59 ±1,51	21,78 ±1,16	31,52
	Фаза реституції	-2,67	41,25	43,35 ±1,24	30,12 ±2,15	50,28 ±2,02	48,93 ±2,86	49,70 ±0,31	28,52 ±1,33	42,38
High Frequency (HF), %	Базальні умови	-23,41	23,63	23,27 ±0,59	32,82 ±0,35	14,80 ±0,78	26,64 ±1,93	21,68 ±1,73	44,24 ±1,53	30,85
	Фаза реституції	27,98	34,70	36,78 ±1,56	41,17 ±1,67	26,16 ±1,51	33,40 ±1,65	24,94 ±1,52	23,01 ±0,89	27,12
LF/HF ratio, ум. од.	Базальні умови	34,19	2,25	2,47 ±0,43	0,83 ±0,32	3,45 ±0,42	1,99 ±0,19	2,49 ±0,16	0,55 ±0,05	1,68
	Фаза реституції	45,34	2,74	1,84 ±0,10	1,00 ±0,03	5,37 ±0,20	2,32 ±0,07	2,06 ±0,30	1,27 ±0,07	1,88

Достатньо чітка відмінність у студентів різних вагових категорій спостерігається за амплітудно-частотними параметрами пульсової хвилі. Так, для "легковаговиків" характерним є відносно невисокі значення тривалості пульсової хвилі (0,840-0,980 с) та її складових: тривалості дикротичної (0,530-0,660 с), анакротичної (0,293-0,320 с) фаз, систоли (0,384-0,400 с) і діастоли (0,494-0,580 с). У "важковаговиків" часові параметри відрізняються в діапазоні 3,64-6,52% в залежності від показника і вказують на більшу тривалість як самої пульсової хвилі ($T_{ПХ}$) так і її складових ($T_{ДФ}$, $T_{АФ}$, $T_{сист.}$, $T_{діаст.}$, $T_{відб.}$). При цьому, тривалість фази наповнення не залежить від вагової категорії і у всіх студентів знаходиться в діапазоні 0,13-0,14 с. (табл. 3).

Таблиця 3

**Амплітудно-часові параметри пульсової хвилі у студентів,
що займаються в групах СПУ з боксу в базальних умовах**

Показник		Δ , %	М 46-69 кг	Вагова категорія						М 69-91 кг
				"Легковаговиків"			"Важковаговиків"			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
Часові	Тривалість пульсової хвилі ($T_{ПХ}$), с	-5,92	0,900	0,880 $\pm 0,12$	0,84 $\pm 0,13$	0,98 $\pm 0,03$	0,86 $\pm 0,14$	0,91 $\pm 0,08$	1,10 $\pm 0,02$	0,957
	Тривалість дикротичної фази пульсової хвилі ($T_{ДФ}$), с	-6,07	0,592	0,585 $\pm 0,12$	0,53 $\pm 0,13$	0,66 $\pm 0,03$	0,55 $\pm 0,13$	0,57 $\pm 0,03$	0,77 $\pm 0,02$	0,630
	Тривалість анакротичної фази пульсової хвилі ($T_{АФ}$), с	-5,84	0,308	0,293 $\pm 0,02$	0,31 $\pm 0,01$	0,32 $\pm 0,01$	0,32 $\pm 0,03$	0,34 $\pm 0,05$	0,32 $\pm 0,04$	0,327
	Тривалість фази наповнення ($T_{Н}$), с	-3,64	0,135	0,135 $\pm 0,00$	0,13 $\pm 0,01$	0,14 $\pm 0,00$	0,14 $\pm 0,01$	0,14 $\pm 0,01$	0,14 $\pm 0,00$	0,140
	Тривалість систолічної фази серцевого циклу ($T_{сист.}$), с	-5,30	0,391	0,384 $\pm 0,01$	0,39 $\pm 0,01$	0,40 $\pm 0,01$	0,39 $\pm 0,03$	0,41 $\pm 0,02$	0,44 $\pm 0,02$	0,413
	Тривалість діастолічної фази серцевого циклу ($T_{діаст.}$), с	-6,52	0,508	0,494 $\pm 0,11$	0,45 $\pm 0,13$	0,58 $\pm 0,02$	0,48 $\pm 0,14$	0,50 $\pm 0,07$	0,65 $\pm 0,01$	0,543
	Час відбиття пульсової хвилі ($T_{відб.}$), с	-7,37	0,253	0,250 $\pm 0,01$	0,26 $\pm 0,02$	0,25 $\pm 0,01$	0,25 $\pm 0,03$	0,27 $\pm 0,01$	0,30 $\pm 0,02$	0,273
Амплітудні	Амплітуда пульсової хвилі (АПХ), ум. од.	6,14	24,437	25,152 $\pm 0,83$	22,83 $\pm 0,72$	25,33 $\pm 2,11$	23,71 $\pm 1,72$	22,08 $\pm 0,92$	23,28 $\pm 1,12$	23,023
	Амплітуда дикротичної хвилі (АДХ), ум. од.	25,49	11,817	12,170 $\pm 0,56$	10,17 $\pm 1,61$	13,11 $\pm 2,15$	9,67 $\pm 2,17$	7,50 $\pm 1,17$	11,08 $\pm 0,92$	9,417
	Амплітуда інцизури (АІ), ум. од.	25,50	9,521	10,233 $\pm 2,05$	7,44 $\pm 1,89$	10,89 $\pm 3,96$	7,86 $\pm 2,42$	5,25 $\pm 1,08$	9,65 $\pm 3,15$	7,587

За амплітудними параметрами ($T_{ПХ}$, $T_{ДХ}$, АІ) простежується аналогічна диференціація за ваговою категорією, а саме: "легковаговиків", на відміну від "важковаговиків", мають більшу амплітуду пульсової хвилі та її складових які відрізняються межах 6,14-25,5%. Подібне співвідношення часових до амплітудних параметрів пульсової хвилі може бути пояснено пріоритетністю забезпечення діяльності: у "легковаговиків", для яких притаманним є менша тривалість ПХ при її більшій амплітуді, характерним є переважність анаеробної складової функціонального забезпечення діяльності; у "важковаговиків" повільніше розповсюдження ПХ з меншою амплітудою характеризує домінування аеробної складової енергозабезпечення.

Подібний висновок підтверджується і характером респіраторної функції студентів-боксерів, а саме: хвилинний об'єм дихання (ХОД) у "легковаговиків" забезпечується, більшою мірою, за рахунок частоти дихання (ЧД) на відміну від "важковаговиків", у яких домінує глибина дихання (ДО) при нижчій частоті (ЧД) (табл. 4).

Дана закономірність обумовлює метрономізацію дихання, що, у свою чергу підвищує загальну потужність спектру ВСР у "важковаговиків" в діапазоні 6571,14-1065,06 ms^2 на відміну від "легковаговиків" у яких даний параметр нижчий на 30,44% (табл. 2).

На даний факт вказує розрахунок і співвідношення домінування низько-, високохвильової складових ВСР (LF/HF, %): у "легковаговиків" – 35,29/23,63%, тоді як у "важковаговиків" спостерігається схильність до вираженості високохвильової складової ВСР (31,52/30,85%). Подібна закономірність простежується і за домінуванням судинної/дихальної синусової аритмії серця (співвідношення активності симпатичного нерву до вагусу): у "легковаговиків" значення індексу на 34,19% вище ніж у "важковаговиків", що свідчить про схильність у студентів-боксерів важких категорій до парасимпатичної регуляції СР. Парасимпатична регуляція ВСР, при цьому, у "важковаговиків" забезпечується, більшою мірою, швидкістю руху крові по судинах при меншій амплітуді коливання їх стінки, яка є детермінантою тонічного впливу вегетативної нервової системи, зокрема її симпатичної ланки.

Таблиця 4

Функціональний стан дихальної системи у студентів, що займаються в групах СПУ з боксу

Показник		Δ, %	M _{46-69 кг}	Вагова категорія						M _{69-91 кг}
				"Легковаговики"			"Важковаговики"			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
ЧД, дих. циклів · хв. ⁻¹	Базальні умови	7,33	16,06	14,67 ±0,89	16,83 ±0,17	16,67 ±0,78	14,88 ±0,59	15,50 ±0,50	14,50 ±0,50	14,96
	Після проби PWC ₁₇₀	8,19	29,08	29,89 ±0,74	31,67 ±0,77	25,67 ±0,78	29,13 ±0,22	22,50 ±0,50	29,00 ±1,02	26,88
	Фаза реституції	10,00	19,50	17,56 ±0,41	20,28 ±0,05	20,67 ±0,89	19,69 ±0,73	17,00 ±0,11	16,50 ±0,50	17,73
ДО, мл	Базальні умови	-6,93	907,41	938,89 ±14,68	816,67 ±18,89	966,67 ±8,89	1025,00 ±22,00	850,00 ±20,00	1050,00 ±18,00	975,00
	Після проби PWC ₁₇₀	-17,59	1963,27	1616,67 ±63,04	2073,15 ±26,19	2200,00 ±40,10	2147,22 ±26,58	2200,00 ±30,06	2800,00 ±10,07	2382,41
	Фаза реституції	-17,74	1125,85	1188,89 ±19,12	1188,67 ±19,44	1000,00 ±20,09	1656,00 ±48,00	1100,00 ±10,09	1350,00 ±15,03	1368,67
ХОД, мл	Базальні умови	-1,28	14183,33	13200,00 ±466,67	13616,67 ±288,89	15733,33 ±271,11	14700,00 ±357,00	13150,00 ±350,00	15250,00 ±125,00	14366,67
	Після проби PWC ₁₇₀	-10,68	56303,33	49822,22 ±2126,20	64387,78 ±1534,48	54700,00 ±1933,33	59756,67 ±1028,50	48450,00 ±95,04	80900,00 ±150,02	63035,56
	Фаза реституції	-10,92	21564,09	20944,44 ±459,12	24081,15 ±372,76	19666,67 ±248,89	31222,54 ±148,10	19200,00 ±120,30	22200,00 ±180,03	24207,51

Після виконання функціональної проби PWC₁₇₀ у студентів-боксерів різних вагових категорій тенденція щодо регуляції кардіореспіраторної функції в базальних умовах зберігається. Так, при однакових значеннях результатів виконання проби (14,23-18,92), які розраховувались у відповідності до відносних значень (PWC₁₇₀ · кг⁻¹), що нівелює вплив маси тіла на оцінку проби, тенденція до балансу пара-, симпатичної регуляції серцево-судинної та респіраторної функції у студентів-боксерів полярних вагових категорій не змінюється (табл. 4).

Частота серцевих скорочень, як детермінанта "ціни" виконаної роботи, знаходиться в діапазоні 151-162,20 уд.·хв.⁻¹ в залежності від вагової категорії і, головним чином, відрізняє студентів різних вагових категорій за рахунок АМо зі зміщенням тривалості кардіоінтервалів в бік симпатичної регуляції ВСР (52,50-61,00%) у "важковаговиків" на відміну від студентів-боксерів легких категорій, у яких баланс знаходиться у діапазоні менших значень (45,20-51,00%) (табл. 2, 5). На даний факт вказує і індекс централізації регуляторних механізмів діяльності серця (ІН), який має достатньо високі значення у "важковаговиків" в межах 929,69-1093,75 ум. од., на відміну від "легковаговиків" у яких дана ознака на 34,36% менша (604,17-723,82 ум. од.) (табл. 5). Оскільки ІІ навантаження виконується, головним чином, в субмаксимальному режимі дана реакція серцево-судинної системи є достатньо прогнозованою, оскільки, як і вказувалось раніше, для "легковаговиків" притаманним є атакуючий характер ведення двобою з домінуванням алактатного режиму енергозабезпечення, на відміну від боксерів важких категорій, у яких аеробні можливості організму можуть забезпечити успішність реалізації діяльності.

В період реституції (7-12 хв) після проведення проби відбувається поступове відновлення показників фізичного стану студентів-боксерів різних вагових категорій, а саме: спостерігається зменшення частотно-об'ємних параметрів респіраторної системи, більшою мірою, за рахунок частоти дихання (ЧД): частота дихання зменшується на 66,6% (16,50-20,67 дих. циклів·хв⁻¹), тоді як глибина дихання – на 57,4% (1000,00-1656,00 мл) (табл. 4). Індекс централізації (ІН) залишається недовідновленим у порівнянні з базальними умовами зберігаючи більшу схильність до домінування у "важковаговиків" балансу симпатикотонії (183,22-300,35 ум. од.) на відміну від "легковаговиків" (80,52-257,77 ум. од.). Дана тенденція як до, після, так і в період реституції, більшою мірою, реалізується за рахунок ритмічності серцевих скорочень (АМо), ніж у відповідності до варіаційного розмаху (ΔХ), середньої тривалості кардіоінтервалів (М) та значень моди (Мо) (табл. 5).

Спектральний аналіз ВСР, який дозволяє деталізувати співвідношення активності симпатичного нерва до вагусу або судинної до дихальної синусової аритмії серця підтверджує вищезазначені закономірності регуляції серцево-судинної діяльності в стані відносного спокою та в період реституції через 7-12 хв після проби PWC₁₇₀ (табл. 2). Так, якщо в базальних умовах внесок низької хвильової компоненти ВСР (LF) знаходиться в діапазоні 21,78-42,6%, високохвильова активність (HF) – 14,80-44,24%, то у фазу реституції співвідношення суттєво змінюється: LF = 28,52-50,28%, HF = 23,01-41,17% з домінуванням симпатичної регуляції як в базальних умовах, так і через 7-12 хв відновлення після виконання функціональної проби (табл. 2).

Варіабельність серцевого ритму у студентів, що займаються в групах СПУ з боксу при виконанні проби PWC₁₇₀

Показник	Стан визначення	Δ, %	M _{46-69 кг}	Вагова категорія						M _{69-91 кг}
				"Легковаговики"			"Важковаговики"			
				46-56 кг	60-64 кг	64-69 кг	69-75 кг	75-81 кг	81-91 кг	
PWC ₁₇₀		-13,09	1087,19	964,29 ±181,44	1028,34 ±95,74	1268,94 ±51,64	1291,84 ±322,00	1272,27 ±100,27	1188,66 ±53,80	1250,92
PWC ₁₇₀ ⁻¹ кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹		8,62	17,77	17,82 ±2,86	16,57 ±1,56	18,92 ±0,45	18,28 ±4,60	16,57 ±1,25	14,23 ±0,56	16,36
M, с	Базальні умови	-1,35	0,97	0,88 ±0,11	1,00 ±0,11	1,04 ±0,08	0,91 ±0,16	0,97 ±0,05	1,08 ±0,03	0,99
	Після проби PWC ₁₇₀	-0,86	0,38	0,37 ±0,01	0,38 ±0,01	0,40 ±0,01	0,40 ±0,04	0,39 ±0,01	0,37 ±0,02	0,39
	Фаза реституції	4,26	0,65	0,58 ±0,06	0,67 ±0,09	0,71 ±0,07	0,65 ±0,11	0,60 ±0,03	0,63 ±0,08	0,63
Mo, с	Базальні умови	-1,66	0,99	0,89 ±0,12	1,04 ±0,11	1,03 ±0,07	0,91 ±0,18	1,06 ±0,06	1,04 ±0,04	1,00
	Після проби PWC ₁₇₀	-2,54	0,38	0,37 ±0,02	0,38 ±0,02	0,40 ±0,00	0,40 ±0,04	0,40 ±0,00	0,38 ±0,02	0,39
	Фаза реституції	4,81	0,65	0,59 ±0,07	0,69 ±0,12	0,68 ±0,05	0,63 ±0,10	0,60 ±0,04	0,64 ±0,08	0,62
AMo, %	Базальні умови	26,02	18,85	23,56 ±8,40	20,33 ±6,33	12,67 ±1,78	15,88 ±6,81	14,00 ±3,00	15,00 ±2,00	14,96
	Після проби PWC ₁₇₀	-18,25	47,14	45,22 ±8,07	45,20 ±5,04	51,00 ±8,00	52,50 ±7,67	59,50 ±13,50	61,00 ±10,00	57,67
	Фаза реституції	-18,80	30,04	36,00 ±9,33	29,80 ±11,04	24,33 ±3,56	33,50 ±12,67	37,50 ±4,50	40,00 ±2,00	37,00
ΔX, с	Базальні умови	1,80	0,38	0,36 ±0,09	0,38 ±0,09	0,39 ±0,02	0,44 ±0,10	0,33 ±0,01	0,34 ±0,06	0,37
	Після проби PWC ₁₇₀	47,83	0,11	0,13 ±0,07	0,10 ±0,03	0,11 ±0,02	0,07 ±0,02	0,08 ±0,00	0,08 ±0,02	0,08
	Фаза реституції	15,63	0,25	0,18 ±0,06	0,28 ±0,16	0,28 ±0,08	0,33 ±0,17	0,17 ±0,01	0,14 ±0,06	0,21
I _n , ум. од.	Базальні умови	11,58	29,90	44,85 ±23,95	28,78 ±10,64	16,08 ±2,63	37,20 ±38,88	20,50 ±6,06	22,70 ±7,66	26,80
	Після проби PWC ₁₇₀	-34,36	667,49	674,49 ±285,22	723,82 ±254,28	604,17 ±201,39	1027,44 ±333,10	929,69 ±210,94	1093,75 ±385,42	1016,96
	Фаза реституції	-30,81	165,36	257,77 ±174,08	157,48 ±115,58	80,82 ±43,34	233,38 ±256,95	183,22 ±0,93	300,35 ±168,40	238,98

Співвідношення як до, так і після навантаження, в більшості випадків зберігається, з міграцією внеску зверхньохвильової компоненти (VLF, %) до низько- та високохвильової. При цьому, у найважчих вагових категоріях спостерігається достатньо низький сумарний абсолютний рівень активності регуляторних систем (Total power), який коливається в діапазоні 580,03-843,78 мс², співвідношення LF/HF, при цьому знаходиться у низькохвильовому діапазоні (28,52-49,70/23,01-24,94 %), що свідчить про низьку адаптацію регуляції серцевої діяльності студентів-боксерів важких категорій до субмаксимального навантаження.

Висновки. 1. В базальних умовах належне функціонування киснево-транспортної системи у студентів-боксерів легких категорій забезпечується симпатичним впливом на регуляцію серцевої діяльності при домінуванні парасимпатичного впливу на судинно-тонічну функцію. І, навпаки, у "важковаговиків" при домінуючому впливі парасимпатичної складової ВСР на ритм серця спостерігається симпатична регуляція судинного тону. Респіраторна функція реалізується за рахунок глибини дихання, що свідчить про впливовість парасимпатичної вегетативної нервової системи на регуляцію системи забезпечення організму киснем.

2. При порівняно однакових відносних значеннях результатів виконання проби PWC₁₇₀, у студентів-боксерів всіх вагових категорій спостерігається домінування симпатичної регуляції серцево-судинної діяльності, що свідчить про однакове трофічне забезпечення виконання фізичних навантажень.

3. В період реституції відбувається поступове відновлення показників фізичного стану студентів-боксерів різних вагових категорій, а саме: спостерігається зменшення частотно-об'ємних параметрів респіраторної системи, більшою мірою, за рахунок частоти дихальних циклів. У студентів-боксерів найважчих вагових категорій спостерігається достатньо низький сумарний абсолютний рівень активності регуляторних систем, що свідчить про низьку адаптацію регуляції серцевої діяльності студентів-боксерів важких категорій до аеробного навантаження.

Перспективи подальших наукових розвідок у даному напрямі спрямовані на визначення функціонального стану стану кардіогемодинаміки та вегетативної регуляції серцевого ритму студентів чоловічої статі, що займаються в групі СПУ з боксу в залежності від темпераментальних особливостей особистості.

Використані джерела

1. Баевский Р. М. Ритм сердца у спортсменов / Р. М. Баевский, Р. Е. Мотылянская. – Москва : Физическая культура и спорт. – 1986. – 602 с.
2. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
3. Галкин М., Змиевской Г., Ларюшин А., Новиков В. Кардиодиагностика на основе анализа фотоплетизмограмм с помощью двухканального плетизмографа / М. Галкин, Г. Змиевской, А. Ларюшин, В. Новиков // М.: Фотоника.- 2008.- №3.- С. 30-35.
4. Минько А. А. Статистический анализ в MS Excel / А. А. Минько. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 448 с.
5. Мищенко В. С. Функциональная подготовленность квалифицированных спортсменов: подходы к повышению специализированности оценки и направленному совершенствованию / В. С. Мищенко, А. И. Павлик, В. А. Сиренко // Наука в олимпийском спорте. – 1999. – С. 61-69.
6. Носко М. О. Особливості проведення тренувального процесу при заняттях зі студентами у групах спортивного удосконалення: [спортивні ігри] / М. О. Носко, О. О. Данілов, В. М. Маслов // Фізичне виховання і спорт у вищих навчальних закладах при організації кредитно-модульної технології: підруч. для каф. фіз. вихов. та спорту ВНЗ. – К., 2011. – С. 115-134.
7. Приймак С. Г. Особливості тілобудови студентів, що спеціалізуються у боксі в залежності від вагових категорій / Сергій Георгійович Приймак // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 140. Серія: Педагогічні науки. – Чернігів: ЧНПУ, 2016. – № 140. – С. 65-70.
8. Романенко В. Психофизиологический статус студенток / Валерий Романенко. – Донецк; Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 192 с.
9. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of Measurement. Physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. V. 93. – P. 1043–1065.

Primak S.

THE FUNCTIONAL STATE OF THE OXYGEN-TRANSPORT SYSTEM FOR STUDENTS SPECIALIZING IN BOXING

The optimal level of functional readiness of the systems of the organism of persons engaged in high-speed sports and pedagogical activities can be determined on the basis of the study of the implementation of power supply both in basal conditions and in the process of performing dosed physical work. Oxygen transport system is modeling in accordance with the generating factors of the external environment, in particular, physical loads of different directions and duration.

In this connection, the goal of the article was to determine the functional state of the oxygen transport system, vascular tone and vegetative regulation of the heart rhythm of male students engaged in the group of sports and pedagogical improvement in boxing.

The conducted studies indicate that the proper functioning of the cardiorespiratory system in light box students is provided by a sympathetic influence on the regulation of cardiac activity with the parasympathetic link dominating the vascular-tonic function. And, conversely, in "heavyweights" with the dominance of the parasympathetic component on the rhythm of the heart, sympathetic regulation of the vascular tone is observed. Respiratory function, in contrast to the "light weight", is realized due to the depth of breathing, which indicates the influence of the parasympathetic autonomic nervous system on the regulation of the system providing the body with oxygen.

With comparatively the same relative values of the results of the PWC170 sample, the boxing students of all weight categories are dominated by the sympathetic regulation of cardiovascular activity, which indicates the same trophic support for exercise. During the restitution period, the frequency-volume parameters of the respiratory system decrease due to the frequency of the respiratory cycles. The ratio of low- to high-wave components of heart rate variability indicates the dominance of sympathetic regulation in boxing students of all weight categories.

Key words: educational process, students, vascular tone, PWC170 test, heart rate variability, physical performance, boxing.

Стаття надійшла до редакції 23.08.2017