

УДК 378.016:796.011.3:612.172-057.875 (045)

Приймак С. Г.

МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ СТУДЕНТІВ-БОКСЕРІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ДОМІНУВАННЯ РЕЖИМІВ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Мета роботи – визначення структури та обумовленості функціонального стану систем організму студентів, які займаються в групі спортивно-педагогічного удосконалення з боксу в залежності від домінування режимів енергозабезпечення реалізації діяльності. Студенти-боксери диференціюються за варіаційним розмахом кардіоінтервалів та діастолічним артеріальним тиском безпосередньо після виконання проби PWC_{170} , відносно потужністю 1-го навантаження при виконанні проби PWC_{170} , розрахованої на 1 кг маси тіла досліджуваного, відносно силою прямого удару лівою рукою, розрахованої на 1 кг маси тіла досліджуваного.

Ключові слова: біопедагогіка, освітній процес, студенти, бокс, штучний інтелект, фізичний стан організму.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Функціями штучного інтелекту є розробка і впровадження методів комп'ютерного моделювання для реалізації різноспрямованих завдань у різних галузях науки та техніки. Застосування складних інструментів аналізу дозволяє виявити особливості, які не можуть бути визначені при описових статистичних методах інтерпретації даних. Методи штучного інтелекту, які стали доступними для застосування завдяки розширенню можливостей апаратно-програмного забезпечення дослідницьких завдань, що базуються на запам'ятовуванні (дерева розв'язків, апроксимаційні моделі на основі сумішей гаусових розподілів, регресійні алгоритми, вірогіднісні нейронні мережі, векторні машини підтримки, k-найближчих сусідів, імовірнісні орієнтовані ациклічні графові моделі тощо) мають прикладне значення у багатьох галузях науки і техніки для реалізації проблем асоціації, класифікації, сегментації, діагностики і прогнозування [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи штучного інтелекту останнім часом мають застосування у забезпеченні управління складними кібернетичними системами, пов'язаних з підготовкою фахівців з фізичного виховання і спорту у процесі спортивно-педагогічного удосконалення (СПУ) студентів. Зокрема, складні методи машинного навчання і інтелектуальний аналіз даних у фізичній культурі, спортивній аналітиці мають місце для підтримки прийняття рішень з різноспрямованих аспектів спортивно-педагогічної діяльності [2]. Разом з тим, в даних роботах не розглядається структура та моделювання фізичного стану організму студентів різних груп СПУ, які відрізняються метою, біомеханічними параметрами рухів, характером м'язових скорочень, потужністю і тривалістю роботи, механізмами енергозабезпечення окремими методами штучного інтелекту [8].

Метою роботи є визначення структури та обумовленість функціонального стану систем організму студентів, які відвідують групу СПУ з боксу в залежності від домінування режимів енергозабезпечення реалізації діяльності за допомогою окремих методів штучного інтелекту.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведені упродовж грудня 2010 р. – березня 2013 р на базі лабораторії психофізіології м'язової діяльності Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. В дослідженнях брали участь 27 осіб чоловічої статі віком 19–21 років, які займаються в групі СПУ з боксу, яка діє на базі факультету фізичного виховання Національного університету «Чернігівський колегіум» 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.

Систолічний ($AT_{\text{сист.}}$, мм. рт. ст.) та діастолічний артеріальний тиск ($AT_{\text{діаст.}}$, мм. рт. ст.) визначали за допомогою електромеханічного тонометра AND UA-704 (Японія). Особливості вегетативної регуляції серцевого ритму вивчали на підставі аналізу показників варіабельності ритму серця (BPC) 5-7 хвилинних фрагментів фотоплетизмограми за допомогою монітору серцевого ритму Polar RS800 (Polar Electro, Finland). Аналіз даних здійснювався за допомогою програмного забезпечення Kubios HRV 2.1 (Kuopio,

Finland). Артефакти і екстрасистоли видалялися з електронного запису ручним методом. Серед показників спектрального (частотного) аналізу варіабельності ритму серця (BPC) та кардіоінтервалографії (КИГ) оцінювались: 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 (мс^2) одиниць ($\text{LF} \times \text{HF}^{-1}$ ratio, ум. од); M_0 , ΔM_0 , ΔX , I_H (за Р. М. Баєвським) [6, 9]. Реєстрація показників, що вивчаються, здійснювалась нами у відповідності до рекомендацій спільного засідання Європейського товариства кардіологів та Північно-Американського товариства електростимуляції і електрофізіології щодо єдиних стандартів для аналізу варіабельності ритму серця [12]. Кисневу сатурацію (SpO_2 , %) визначали за допомогою фотоплетизмографічної методики з застосуванням пульсоксиметра Ohmeda Biox 3700e Puls-Oximeter (Ohmeda, USA), інтегрованого з комп'ютером для тривалого моніторингу з можливістю запису, аналізу та інтерпретації результатів [4]. Реєстрація SpO_2 (%) здійснювалась за допомогою фотоплетизмографічного датчика на дистальній фаланзі 3 пальця лівої кисті в стані спокою у положенні сидячі та через 7 хв. після виконання проби PWC_{170} синхронно з параметрами серцевого ритму. Під час реєстрації вищеозначених показників досліджуваний 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 [1]. В стані спокою, після I та II навантажень, в фазах реституції (через 3 хв. після I та 7 хв після II навантажень) визначались вищезазначені показники.

Рівень спеціальної працездатності визначався нами при виконанні дозованих фізичних навантажень, які відображають анаеробний алактатний (креатинфосфатний), анаеробний лактатний (гліколітичний) та аеробний механізми ресинтезу АТФ, сутність яких полягала у виконанні ударів по «груші» ударного ергометра «Спудерг» у відповідному режимі роботи [11]. З метою максимального наближення до умов змагальної діяльності та оптимальної реалізації індивідуальних можливостей студентів-боксерів надавалась інструкція щодо темпу роботи та сили ударів при виконанні різновидів проби. Так, при визначенні алактатної спеціальної працездатності досліджуваний повинен виконувати максимальну кількість ударів з максимальним зусиллям на протязі 10 с; гліколітичної – під час виконання ударів з частотою та зусиллям що відповідає 75-85 % від максимального на протязі 45 с; аеробна – виконання ударів з частотою та зусиллям, що складає 50% від максимуму на протязі 180 с. Перед виконанням кожного з навантажень визначались значення показників функціонального стану систем організму в базальних умовах. Безпосередньо перед проведенням проби проводилась розминка, тривалість якої залежала від індивідуальних особливостей студента, яка не перевищувала 10 хв. Метою розминки була підготовка систем організму досліджуваного до виконання певної роботи та запобігання травматизму і перенапруження серцево-судинної системи в період реалізації того або іншого виду навантаження. Досліджуваний починав та закінчував виконання тесту за звуковим сигналом дослідника, темп роботи та сила ударів була максимально однорідною протягом виконання проби. Критеріями об'єму виконаної роботи були показники кількості ударів, відносний тоннаж, розрахований у відповідності до маси тіла досліджуваного (загальний тоннаж за певний час роботи \times маса тіла⁻¹), середня відносна сила кожного удару ((загальний тоннаж за певний час роботи \times маса тіла⁻¹) \times кількість ударів⁻¹), потужність роботи в тесті за 1 с на 1 кг ваги спортсмена (W_{10} , $\text{кГ} \times \text{с}^{-1}$; W_{45} , $\text{кГ} \times \text{с}^{-1}$; W_{180} , $\text{кГ} \times \text{с}^{-1}$) при виконанні відповідного виду роботи [11]. Крім того, у відповідності до методики, нами визначалось співвідношення потужність/«ціна» роботи, як еквівалент економичності виконаної роботи [9]. При визначенні даної ознаки ми виходили з концепції, що надійність біологічної системи (організму) визначається його резервними потужностями, основою яких є «структурно-функціональна надмірність». Ступінь цієї надмірності характеризується співвідношенням «міра функції / міра субстрату». Зі збільшенням цього співвідношення надійність організму як біосистеми зростає [10].

Для класифікації студентів різних груп СПУ був застосований один з методів машинного навчання – дерево розв'язків (decision trees). З цією метою було використано мова Python (v. 3.6.3 Anaconda custom) та пакет scikit-learn (v. 0.19.1) [7].

Виклад основного матеріалу дослідження. В результаті проведеного дослідження у групі студентів-боксерів нами було розроблено модель морфофункціонального стану організму, яка деталізує окремі показники за інформативністю у відповідності до кваліфікації і домінування режиму енергозабезпечення реалізації діяльності. Результатом проведеного аналізу було виокремлення 4 найвпливовіших ознак, які з високою вірогідністю диференціюють студентів за кваліфікацією – висококваліфіковані, середньокваліфіковані, низькокваліфіковані та домінуванням енергозабезпечення при реалізації діяльності. Підгрупа високваліфікованих боксерів формувалась зі студентів, які мають спортивні звання Заслужений майстер спорту України (ЗМС), Майстер спорту України міжнародного класу (МСМК), Майстер спорту України (МС); підгрупа середньокваліфікованих – спортивні розряди

кандидата в майстри спорту України (КМС) та першого спортивного розряду; підгрупа низькокваліфікованих – другий та третій спортивні розряди. Зокрема, студенти-боксери диференціюються за варіаційним розмахом кардіоінтервалів N-N (ΔX , с) та діастолічним артеріальним тиском ($AT_{діаст.}$, мм рт. ст.) безпосередньо після виконання проби PWC_{170} , відносною потужністю I-го навантаження при виконанні проби PWC_{170} , розрахованої на 1 кг маси тіла досліджуваного (N_1 , $кГм \times хв^{-1} \times кг^{-1}$), відносною силою прямого удару лівою рукою, розрахованої на 1 кг маси тіла досліджуваного ($F_{відн. л.}$, ум. од.) (рис. 1).

З даного переліку виокремлених ознак на першому рівні дерева розв'язків група студентів-боксерів диференціюється за показником варіабельності N-N інтервалів в діапазонах 0,14-0,36 с (4 студента з 26 – 15,39%) та 0,04-0,12 с (22 з 26 – 84,61%) (рис. 1).

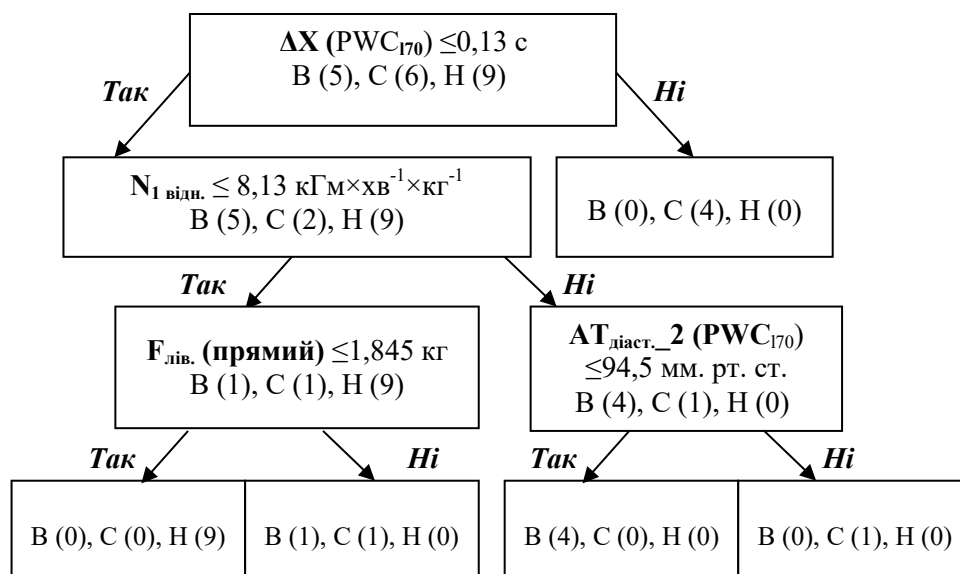


Рис. 1. Дерево розв'язків диференціації студентів-боксерів у відповідності від кваліфікації

Перелік умовних позначок: **В** – висококваліфіковані; **С** – середньокваліфіковані; **Н** – низько кваліфіковані

При цьому, група з відносно нижчими значеннями варіабельності серцевого ритму сформована зі студентів-боксерів, які відокремлюються за показником відносної потужності I-го навантаження при виконанні проби PWC_{170} (N_1 , $кГм \times хв^{-1} \times кг^{-1}$) в діапазонах 5,12-7,76 ($\leq 8,13$) та 8,50-9,83 ($> 8,13$) $кГм \times хв^{-1} \times кг^{-1}$. Зокрема, дана підгрупа сформована, у більшості випадків, з висококваліфікованих (7 з 25 – 28%) та низькокваліфікованих (14 з 25 – 56%) студентів-боксерів (табл. 1, 2). При більш детальному розгляді закономірностей впливу на цільову ознаку (N_1) нами встановлено, що у студентів-боксерів даний показник напряму взаємопов'язаний з більшістю антропометричних ознак і вказує на обумовленість реалізації проби за рахунок активної м'язової маси, що детермінує домінування швидко-силових вправ у даному виді спортивно-педагогічної діяльності. При цьому, зі збільшенням маси тіла студентів збільшується і відносна потужність I-го навантаження, не впливаючи на результат виконання проби (табл. 2).

Оскільки, результат виконання проби залежить від правильного дозування навантажень, II-ге коригується у відповідності до потужності I-го та ЧСС (ск. $\times хв^{-1}$) після його виконання, що дозволяє визначити потужність навантаження при якому організм студента досягає анаеробного порогу. В даному випадку студенти-боксери високої кваліфікації мають більшу масу тіла, виконують відносно більше I-ше навантаження (46,88 %), реалізуючи його з більшою фізіологічною «ціною» про що свідчить загальний результат її виконання (PWC_{170} , $кГм \times хв^{-1} \times кг^{-1}$) (табл. 2).

Таблиця 1

Відповідність відносної потужності I-го навантаження при виконанні проби PWC₁₇₀ окремим функціональним показникам у студентів-боксерів

Показники	Низькокваліфіковані	Висококваліфіковані	Δ, %
	ΔX (після виконання проби PWC ₁₇₀), с		
	>0,13 с	≤0,13с	
	0,14-0,36 с	0,04-0,12 с	
	N ₁		
	≤8,13 кГм×хв ⁻¹ ×кг ⁻¹	>8,13 кГм×хв ⁻¹ ×кг ⁻¹	
	5,12-7,76	8,50-9,83	
	6,159±0,711	9,046±0,416	46,88
LF×HF ⁻¹ _{баз.} , ум. од.	2,109±0,071	1,704±0,174	-19,23
LF×HF ⁻¹ _{рест.} , ум. од.	2,903±0,050	1,416±0,058	-51,23
Total Power _{баз.} , мс ²	6116,01±826,79	8786,83±475,12	43,67
Total Power _{рест.} , мс ²	2065,16±132,67	2616,11±139,57	26,68
VLF _{баз.} , %	42,13±2,51	35,39±3,69	-16,00
LF _{баз.} , %	33,36±2,21	34,71±3,58	4,02
HF _{баз.} , %	24,50±4,11	29,90±2,48	22,04
VLF _{рест.} , %	19,42±1,32	33,19±6,70	70,89
LF _{рест.} , %	45,99±5,49	37,36±4,61	-18,78
HF _{рест.} , %	34,59±3,83	28,49±4,92	-17,62
SpO ₂ _{баз.} , %	96,31±1,363	97,14±1,046	0,87
SpO ₂ _{10 с} , %	94,21±2,122	96,00±1,714	1,90
ΔSpO ₂ _{баз.} - SpO ₂ _{10 с} , %	-2,10	-1,141	-0,959
SpO ₂ _{45 с} , %	94,214±2,151	94,143±1,918	-0,08
ΔS SpO ₂ _{баз.} - SpO ₂ _{45 с} , %	-2,09	-2,99	+0,90
SpO ₂ _{80 с} , %	94,654±1,346	94,286±1,755	-0,39
ΔSpO ₂ _{баз.} - SpO ₂ _{180 с} , %	-1,656	-2,855	+1,199

Таблиця 2

Відповідність відносної потужності I-го навантаження при виконанні проби PWC₁₇₀ (N₁, кГм хв⁻¹ кг⁻¹) показникам загальної та спеціальної фізичної працездатності у студентів-боксерів

Показники	Низькокваліфіковані	Висококваліфіковані	Δ, %
	N ₁		
	≤8,13 кГм×хв ⁻¹ ×кг ⁻¹	>8,13 кГм×хв ⁻¹ ×кг ⁻¹	
	6,159±0,711	9,046±0,416	
N ₂ , кГм×хв ⁻¹ ×кг ⁻¹	15,263±1,79	14,109±1,156	-7,56
Маса тіла, кг	59,944±2,51	71,386±6,702	19,09
PWC ₁₇₀ × маса тіла, кг ⁻¹ , кГм×хв ⁻¹ ×кг ⁻¹	18,614±3,018	17,491±2,433	-6,03
f ₁ , ск. × хв ⁻¹	111,069±11,75	114,46±8,289	3,05
f ₂ , ск. × хв ⁻¹	154,363±7,584	156,289±5,155	1,25
Ẇ _{10 с} , кГ×с ⁻¹	4,52±1,02	4,306±0,74	-4,70
Ẇ _{45 с} , кГ×с ⁻¹	15,32±2,490	14,92±4,169	-2,58
Ẇ _{180 с} , кГ×с ⁻¹	34,13±6,102	27,69±8,610	-18,88
ЧСС _{10 с} , ск. × хв ⁻¹	140,24±6,90	138,98±5,49	-0,90
ЧСС _{45 с} , ск. × хв ⁻¹	162,79±12,08	175,07±8,29	7,54
ЧСС _{180 с} , ск. × хв ⁻¹	165,72±6,90	173,53±8,56	4,71
Ẇ _{10 с} × ЧСС _{10 с} ⁻¹ , ум. од.	0,0323	0,031	-4,02
Ẇ _{45 с} × ЧСС _{45 с} ⁻¹ , ум. од.	0,0856	0,0853	-0,35
Ẇ _{180 с} × ЧСС _{180 с} ⁻¹ , ум. од.	0,2006	0,1595	-20,49

Даний факт може свідчити, що для низькокваліфікованих студентів-боксерів притаманним є виконання проби зі схильністю до аеробного енергозабезпечення реалізації проби при відносній економічності реалізації діяльності. Підтвердженням цього є відмінність в реалізації різноспрямованих

навантажень при визначенні спеціальної фізичної працездатності в креатинфосфатному, гліколітичному та аеробному режимах енергозабезпечення (табл. 2). Зокрема, висококваліфіковані студенти-боксери реалізують спеціальні навантаження з меншою відносною потужністю в тесті за 1 с на 1 кг маси тіла студента-спортсмена ($\dot{W}_{10\text{ с}}$, $\dot{W}_{45\text{ с}}$, $\dot{W}_{180\text{ с}}$, $\text{кГ}\times\text{с}^{-1}$) при здійсненні відповідного виду роботи, що особливо проявляється при визначенні аеробної працездатності, при якій співвідношення міра функції/міра субстрату у низькокваліфікованих більша на 20,49 % (табл. 2).

Даний факт, на нашу думку, свідчить про знижені функціональні можливості висококваліфікованих студентів-боксерів, у яких успішність реалізації спортивно-педагогічної діяльності здійснюється не за рахунок високої фізичної працездатності, а у відповідності до оптимізації техніко-тактичних дій. І навпаки, низькокваліфіковані студенти-боксери досягають успіху при активній мобілізації функціональних можливостей організму на що вказують показники співвідношення значень низькочастотної і високочастотної складових ритму ($\text{LF}\times\text{HF}^{-1}$, ум. од.) яке відображає домінування в регуляції ритму серця активності симпатичних впливів над парасимпатичними (табл. 1). Зокрема, як у стані відносного спокою так і у фазу реституції після виконання проби PWC_{170} у низькокваліфікованих студентів спостерігається домінування симпатичної ланки регуляції ВСР на відміну від висококваліфікованих у яких парасимпатична регуляція є переважаючою у зазначених станах визначення (табл. 1). При цьому, низькокваліфіковані студенти-боксери відрізняються, відносно, низькою загальною потужністю ВСР (Total Power, мс^2) як в базальних умовах так і після виконання проби, домінуванням низькохвильової компоненти (LF, %), яка характеризується як стресреалізуюча і має особливе значення в мобілізації організму при реалізації швидкісно-силових вправ, які мають місце у спринтерських дисциплінах (табл. 1) [3, 5].

Підтвердженням домінування гліколітичних можливостей організму у низькокваліфікованих студентів-боксерів є їх виокремлення у третьому рівні дерева розв'язків, яке їх диференціює за показником відносної сили (на 1 кг маси тіла) прямого удару лівою рукою в межах $\leq 1,845$ (0,8-1,8) ум. од. (12 з 12) (табл. 3).

Таблиця 3

**Відповідність відносної сили прямого удару лівою рукою ($F_{\text{відн. л}}$, ум. од.)
окремим показникам спеціальної фізичної працездатності у студентів-боксерів**

Показники		Низькокваліфіковані		Висококваліфіковані		Δ , %
		$F_{\text{відн. л}}$				
		$\leq 1,845$ ум. од.		$> 1,845$ ум. од.		
		0,8-1,68		1,1-1,89		
		1,43±0,24	1,53±0,21			6,97
Прямий	$F_{\text{відн. П}}$, ум. од.	1,99±0,31	1,89±0,30			-5,28
Збоку	$F_{\text{відн. П}}$, ум. од.	1,93±0,37	2,12±0,27			9,43
	$F_{\text{відн. Л}}$, ум. од.	1,77±0,37	2,04±0,19			15,47
Знизу	$F_{\text{відн. П}}$, ум. од.	1,61±0,27	1,72±0,18			6,36
	$F_{\text{відн. Л}}$, ум. од.	1,59±0,32	1,64±0,18			2,98
LP AMR× $F_{\text{відн. П}}^{-1}$ (сигнал-удар), ум од.		1,49±0,18	1,35±0,11			-9,26
LP AMR× $F_{\text{відн. Л}}^{-1}$ (сигнал-удар), ум од.		1,10±0,20	1,21±0,31			10,26
ЛП АМР _Л (сигнал-удар), мс		284,18±37,38	312,89±31,82			10,10
ЛП АМР _П (сигнал-удар), мс		324,54±29,28	337,55±59,87			4,01
$t_{10\text{ с}}$, мс		305,42±62,98	259,50±25,19			-15,03
$t_{45\text{ с}}$, мс		429,31±84,97	335,89±88,97			-21,76
$t_{180\text{ с}}$, мс		525,30±99,90	580,57±92,97			10,52
$\dot{W}_{10\text{ с}}$, $\text{кГ}\times\text{с}^{-1}$		4,25±0,47	4,44±0,93			4,59
$\dot{W}_{45\text{ с}}$, $\text{кГ}\times\text{с}^{-1}$		13,64±2,02	16,24±3,49			19,03
$\dot{W}_{180\text{ с}}$, $\text{кГ}\times\text{с}^{-1}$		36,39±5,05	29,77±9,23			-18,18
$\dot{W}_{10\text{ с}}\times\text{ЧСС}_{10\text{ с}}^{-1}$, ум. од.		0,031±0,005	0,034±0,002			9,68
$\dot{W}_{45\text{ с}}\times\text{ЧСС}_{45\text{ с}}^{-1}$, ум. од.		0,084±0,009	0,10±0,007			19,05
$\dot{W}_{180\text{ с}}\times\text{ЧСС}_{180\text{ с}}^{-1}$, ум. од.		0,226±0,014	0,176±0,006			-22,12
SaO _{2 10 с} , %		92,43±3,55	96,20±1,84			4,08
SaO _{2 45 с} , %		93,10±2,30	95,00±2,01			2,04
SaO _{2 360 с} , %		94,56±1,61	94,12±2,09			-0,47

Зокрема, низькокваліфіковані студенти-боксери відрізняються більшою відносною силою прямого удару лівої руки та її швидкістю реагування на подразник (ЛП АМР) (сильніше-швидше) при відставанні від висококваліфікованих за відносною силою ударів правою та лівою кінцівками (прямий, збоку, знизу), щільністю нанесення ударів ($t_{10\text{ с}}$, мс; $t_{45\text{ с}}$, мс) і об'ємом виконаного навантаження при реалізації креатинфосфатної та гліколітичної робіт ($\dot{W}_{10\text{ с}}$, $\text{кГ}\times\text{с}^{-1}$; $\dot{W}_{45\text{ с}}$, $\text{кГ}\times\text{с}^{-1}$), співвідношенням об'єму роботи до її фізіологічної «ціни» ($\dot{W}_{10\text{ с}}\times\text{ЧСС}_{10\text{ с}}^{-1}$, ум. од.; $\dot{W}_{45\text{ с}}\times\text{ЧСС}_{45\text{ с}}^{-1}$, ум. од.), кисневою сатурацією ($\text{SaO}_{2\ 10\text{ с}}$, %; $\text{SaO}_{2\ 45\text{ с}}$, %).

Дані результати вказують на розширені можливості високваліфікованих студентів до виконання швидких атак з максимальною силою та заниженими можливостями проводити тривалий час двобій у постійному темпі з метою виснаження супротивника за рахунок активних атакуючих дій. Низькокваліфікованих боксерів відрізняє можливість проводити поєдинок у тривалих атакуючих діях з нанесенням максимально сильних ударів з мінімальною фізіологічною «ціною» виконаної роботи.

Підтвердженням цього є виокремлення студентів вищої спортивної кваліфікації, для яких важливим є рівень діастолічного артеріального тиску після виконання проби PWC_{170} в межах 86,0-92,0 мм. рт. ст. ($\leq 94,5$ мм. рт. ст.).

Зокрема, дані студенти відрізняються більшим рівнем централізації управління серцевим ритмом (ПН, ум. од.) при виконанні субмаксимальної проби, що призводить до, відносно, нижчого рівня фізичної працездатності (PWC_{170} , $\text{кГм}\times\text{хв}^{-1}\times\text{кг}^{-1}$). В базальних умовах домінуючою є парасимпатична регуляція ВСУ з інверсією регуляторного впливу після виконання проби. При цьому, високваліфіковані студенти-боксери з відносно нижчим діастолічним артеріальним тиском реалізують гліколітичні та аеробні можливості з більшою ефективністю на відміну від студентів нижчої кваліфікації

Висновки

1. Студенти-боксери виокремлюються за варіаційним розмахом кардіоінтервалів N-N та діастолічним артеріальним тиском безпосередньо після виконання проби PWC_{170} , відносною потужністю I-го навантаження при виконанні проби PWC_{170} , розрахованої на 1 кг маси тіла досліджуваного, відносною силою прямого удару лівою рукою, розрахованої на 1 кг маси тіла досліджуваного, які з високою вірогідністю диференціюють студентів за кваліфікацією та домінуванням енергозабезпечення при реалізації діяльності.

2. Для низькокваліфікованих студентів-боксерів притаманним є виконання проби зі схильністю до аеробного енергозабезпечення реалізації проби при відносній економічності реалізації діяльності. У висококваліфікованих студентів-боксерів успішність реалізації спортивно-педагогічної діяльності здійснюється не за рахунок високої фізичної працездатності, а у відповідності до оптимізації техніко-тактичних дій. І навпаки, низькокваліфіковані студенти-боксери досягають успіху при активній мобілізації функціональних можливостей організму, домінуванням в регуляції ритму серця активності симпатичних впливів над парасимпатичними.

3. Середньокваліфіковані студенти-боксери поєднують у собі особливості функціонального забезпечення діяльності високо- та низькокваліфікованих не виокремлюючись при цьому в окрему підгрупу.

Використані джерела

1. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. – Москва: Советский спорт, 2005. – 312 с.
2. Бурева В. К., Стоянов Е. И. Применение методов искусственного интеллекта в спорте // Актуальные вопросы технических наук: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). – Пермь: Зебра, 2015. С. 1–12.
4. Гаврилова Е. А. Спорт, стресс, вариабельность: монографія / Е. А. Гаврилова. – Москва : Спорт, 2015. – 168 с.
5. 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. – Москва: Фотоника. – 2008. – №3. – С. 30–35.
6. Гуштурова И. В. Особенности вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики у спортсменов-легкоатлетов в предсоревновательном периоде / И. В. Гуштурова, В. Н. Телепов // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение : Мат. V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26-28 октября 2011 г. – Ижевск, 2011. – С. 248–257.
7. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В. М. Михайлов // Иваново : Ивановская государственная медицинская академия, 2002. – 290 с.
8. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python: руководство для специалистов по работе с данными / Андреас Мюллер, Сара Гвидо. – Москва, Санкт-Петербург: Диалектика, Альфа-Книга, 2017. – 472 с.

9. 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. – Київ, 2011. – С. 115–134.
10. Приймак С. Г. Спортивно-педагогічне удосконалення студентів : морфофункціональне забезпечення діяльності [Монографія] / С. Г. Приймак. – Чернігів: ПАТ «ПВК «Десна», 2018. – 292 с.
11. Романенко В. Психофізіологічний статус студенток / В. Романенко. – Донецьк; Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 192 с.
12. Савчин М. П. Тренованість боксера та її діагностика : учбовий посібник / М. П. Савчин. – К. : Нора-прінт, 2003. – 218 с.
13. 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.

Priymak S.

MODELING OF THE PHYSICAL STATE OF THE ORGANISM OF STUDENTS-BOXERS IN DEPENDENCE FROM DOMINATION OF ENERGY MODES OF IMPLEMENTATION OF ACTIVITY

The purpose of the work is to determine the structure and conditionality of the functional state of the body systems of the students attending a group of sporting and pedagogical improvement from boxing, depending on the dominance of energy supply regimes with the implementation of individual methods of artificial intelligence. Methods of artificial intelligence have recently been used to provide management of complex cybernetic systems related to the training of specialists in physical education and sports in the process of sports and pedagogical improvement of students. In particular, sophisticated methods of machine learning and intelligent data analysis in physical culture, sports analysis are in place to support decision-making on multidirectional aspects of sporting and pedagogical activity.

Student-boxers are distinguished by the variational scale of N-N cardiovascular and diastolic arterial pressure immediately after performing the PWC₁₇₀ test, the relative power of the 1st load when performing the PWC₁₇₀ test, calculated on 1 kg of the body of the body under examination, by the relative force of the direct blow to the left hand, calculated on 1 kg of mass bodies of research, which with high probability differentiate students on the qualification and dominance of energy supply during the implementation of activities. For low-skilled student-boxers, it is inherent in performing a sample with a tendency to aerobic power supply for the implementation of a sample at a relative cost-effectiveness of the activity. In highly skilled student-boxers, the success of the implementation of sports and educational activities is not carried out due to high physical ability, but in accordance with the optimization of technical and tactical actions. Conversely, low-skilled boxer students succeed in actively mobilizing the functional capabilities of the body, dominant in the regulation of the heart's rhythm activity of sympathetic effects over parasympathetic.

Key words: biopedagogics, educational process, students, box, artificial intelligence, physical state of the organism.

Стаття надійшла до редакції 16.09.2018 р.